

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/304

(11) 공개번호 10-2001-0020384  
(43) 공개일자 2001년03월15일

(21) 출원번호	10-1999-7010006	(87) 국제공개번호	WO 98/49723
(22) 출원일자	1999년10월29일	(87) 국제공개일자	1998년11월05일
번역문제출일자	1999년10월29일		
(86) 국제출원번호	PCT/US 98/08693		
(86) 국제출원출원일자	1998년04월30일		
(81) 지정국	AP ARIP0특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 가나 짐바브웨 감비아  EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐 스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄  EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투 갈 스웨덴 핀란드 사이프러스  OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카 메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고  국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이 잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나 다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북 한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽 고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키 스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우 즈베크스탄 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 가나 유고슬라비아 짐바브웨 감비아 인도네시아		
(30) 우선권주장	8/046,726 1997년04월30일 미국(US)		
(71) 출원인	미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩처링 캠페니 스프레이그 로버트 윌터		
(72) 발명자	미합중국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427 3엠 센터 카이시카, 데이비드, 에이.  미국55116미네소타주세인트폴마운트커브보울레바드#2749  크란츠, 헤쎄, 케이.  미국55449미네소타주볼레인하퍼스코오토노오쓰이스트9219  우드, 토마스, 미.  미국55082미네소타주스틸 워터아이언우드애비뉴노오쓰11019  하디, 엘., 찰스  미국55105미네소타주세인트폴링컨애비뉴1055		
(74) 대리인	주성민, 김영		

심사청구 : 없음

(54) 반도체 웨이퍼 상부 표면의 평탄화 방법

요약

본 발명은 반도체 제조용 웨이퍼의 표면을 변형 또는 정제하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 웨이퍼에 부착된 제1 물질의 1 이상의 분리된 형태 위에 배치된 제2 물질을 포함하는 변형되지 않은 노출된 표면을 변형시키기 위하여 사용될 수 있다. 이 방법의 제1 단계는 웨이퍼의 노출된 표면을 연마 용품에 접촉시켜서 상대적으로 운동시키는 것을 포함한다. 여기에서 연마 용품은 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하고 접촉을 유지하여 제2 물질의 제거를 촉진하는 다수의 3-차원 연마 복합체의 노출된 표면을 포함한다. 제2 단계에서, 접촉 및 상대적 운동은 웨이퍼의 노출된 표면이 1 이상의 노출된 제1 물질 및 1 이상의 노출된 제2 물질을 가질 때까지 지속된다.

도면

## 도1

## 색인어

연마 용품, 웨이퍼, 연마 입자.

## 명세서

## 기술분야

본 발명은 일반적으로는 반도체 제조용 웨이퍼의 노출된 표면을 변형시키는 방법에 관한 것이고 상세하게는 반도체 제조용 구조화된 웨이퍼의 노출된 표면을 연마 용품을 사용하여 변경하는 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

집적회로를 제조하는 도중에, 반도체 제조에 사용되는 반도체 웨이퍼는 통상적으로 퇴적(deposition), 패터닝(patterning) 및 에칭 단계를 포함하는 수많은 공정 단계를 거친다. 이러한 반도체 웨이퍼 제조 단계에 관한 상세한 내용들은 톤쇼프(Tonshoff) 등이 연구 보고하였다("Abrasive Machining of Silicene", Annals of the International Institution for Production Engineering Research(Volume 39/2/1990), pp. 621-635). 각 제조 단계에 있어서, 이후의 제조 단계들에 대비하여 웨이퍼를 준비하기 위해 웨이퍼의 노출된 표면을 변경 또는 정제하는 것이 종종 필요하거나 바람직하다.

예를 들면, 퇴적 단계 후에 웨이퍼 표면에 퇴적된 물질 또는 층은 일반적으로 추가의 퇴적 또는 이후의 가공을 행하기 이전에 더 가공할 필요가 있다. 또다른 예에서, 에칭 단계 후에 웨이퍼의 에칭된 표면에 전도성 또는 절연성 물질 중 하나 또는 모두를 층상으로 퇴적시킬 필요가 자주 있다. 이 공정의 특정한 예는 금속 다마센(Damascene) 공정에 사용된다.

다마센 공정에서는 패터를 산화를 유전체 층으로 에칭한다. 에칭 후에, 임의의 집착/차폐층을 전체 표면위로 퇴적시키고 나서 그 집착/차폐층의 위로 금속을 퇴적시킨다. 이어서 퇴적된 금속 및 표면상의 집착/차폐층의 영역을 제거하여 퇴적 금속층을 변형, 정제 또는 마무리한다. 통상적으로, 웨이퍼의 외부의 노출된 표면이 금속 및 산화를 유전체 물질 모두를 포함하도록 표면 금속을 충분히 제거한다. 노출된 웨이퍼 표면을 위에서 내려다보면 에칭된 패터에 해당하는 금속과 금속에 인접한 유전체 물질을 갖는 평면 표면을 볼 수 있다. 웨이퍼의 변형된 표면 위에 위치된 금속 및 옥사이드 유전체 물질은 상이한 경도와 같은 상이한 물리적 특성을 가진다. 다마센 공정에 의하여 제조되는 웨이퍼를 변형시키기 위하여 사용되는 연마 용품은 양 물질의 표면에 스크래치를 남기지 않으면서 동시에 그 물질을 변형시킬 수 있도록 신중하게 고안되어야 한다. 나아가, 상기 연마 용품은 금속 노출 부위 및 유전체 물질 노출 부위를 갖는 웨이퍼 상의 평탄한 외부 노출표면을 생성시킬 수 있어야 한다.

웨이퍼 외부 표면에 산화를 유전체 물질이 노출될 때까지 퇴적된 금속층을 변형시키는 이러한 공정은 웨이퍼 표면상 에칭된 금속 형태의 1 마이크로 이하의 크기 때문에 오류의 여지를 거의 남기지 않는다. 제조 비용을 최소화하기 위하여 퇴적된 금속의 제거 속도가 빨라야 한다는 것은 명확하다. 나아가, 에칭되지 않은 부위로부터 금속이 완전히 제거되어야 한다. 또한, 에칭 부위에 잔류하는 금속은 분리된 부위 또는 영역으로 제한되어야 한다. 또한, 잔류하는 금속은 적합한 전도성을 보장하기 위하여 영역 또는 부위 내에서 연속적이어야 한다. 요약하면, 금속 변형 공정은 미크론 이하의 단위에서 균일하고, 제어되고 재현 가능하여야 한다.

웨이퍼의 노출 표면을 변형하고 정제하는 종래의 일 방법은 웨이퍼 표면을 액체 내에 분산된 다수의 성긴(loose) 연마 입자를 함유하는 슬러리로 처리하는 방법을 사용한다. 통상적으로, 이러한 슬러리는 폴리싱(polishing) 패드에 적용되고 이어서 웨이퍼 표면이 연마되거나 패드에 대항하여 운동하여 웨이퍼 표면상의 물질이 제거된다. 일반적으로, 상기 슬러리는 또한 웨이퍼 표면과 화학적으로 반응하는 재제를 함유한다. 이러한 형태의 공정은 화학-기계적 평탄화(CMP) 공정이라고 언급된다.

그러나, CMP 슬러리의 문제 중의 하나는, 원하는 웨이퍼 표면 형태를 얻기 위하여 공정을 신중하게 관측하여야 한다는 것이다. 두 번째 문제는 성긴 연마 슬러리에 수반된 오염물이다. 또 다른 문제는 슬러리가 웨이퍼 처리 후에 웨이퍼 표면에서 제거되어야 하는 수많은 입자를 발생시킨다는 것이다. 이러한 슬러리의 처리 및 제거는 반도체 웨이퍼 제조자에게 부가적인 가공 비용을 발생시킨다.

CMP 슬러리 방법에 대한 최근의 대안은 반도체 표면을 변형하거나 정제하기 위하여 연마 용품을 사용하는 것이다. 이러한 대체적 CMP 공정은 1997년 3월 27일에 간행된 국제공보 №097/114840에 보고되어 있다. 상기 보고된 연마 용품은 바인더(binder) 내에 분산된 연마 입자를 포함하는 텍스처된(textured) 연마 표면을 가진다. 사용시, 상기 연마 용품은 중증 유체 또는 액체의 존재 하에 반도체 웨이퍼 표면과 접촉하여 웨이퍼 상의 물질의 단일층을 변형시키고 웨이퍼 표면에 평탄하고 균일함을 제공하기에 적합하도록 운동한다. 연마 용품의 사용은 CMP 슬러리에 수반되는 상당한 수의 문제를 극복한다.

본원 발명은 웨이퍼 표면 상에서 통상적으로 상이한 경도를 가지는 2 이상의 상이한 물질을 노출시키기 위하여 반도체 웨이퍼 표면을 변형시키기도록 연마 용품을 사용함에 의하여 얻어지는 잇점들을 활용한다.

## &lt;발명의 요약&gt;

본원 발명은 반도체 제조용 웨이퍼 표면을 변형 또는 정제하는 방법에 관한 것이다. 이러한 방법은 패터 또는 디자인을 형성하도록 에칭된 표면을 갖는 제1 물질 및 제1 물질의 표면 상에 배치된 제2 물질을 갖는 웨이퍼를 변형시키기 위하여 사용될 수 있다. 이러한 방법의 제1 단계는 웨이퍼의 제2 물질을 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 복합체와 접촉시키는 것을 포함하고, 상기 3-차원 연마 복합체는 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함한다. 제2 단계는 제2 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉하

는 동안에 웨이퍼의 노출 표면이 평탄해지고 1 이상의 노출된 제1 물질 영역 및 노출된 제2 물질 영역을 포함할 때까지 웨이퍼를 상대적으로 운동시키는 것이다. 제2 물질은 통상적으로 금속이나, 접착/차폐층과 같은 중간체 물질 또는 금속 및 접착/차폐층의 조합일 수 있다. 제1 물질은 통상적으로 유전체 물질이다. 몇몇 적절한 중간체 물질 또는 접착/차폐층은 탄탈, 티탄, 탄탈 질화물, 티탄 질화물을 포함한다. 기타 적절한 중간체 물질 또는 접착/차폐층은 금속, 질화물 및 규화물을 포함한다.

본원 명세서에서 웨이퍼는 통상적으로 패턴 또는 디자인을 형성하도록 예정된 표면을 갖는 제1 물질 및 제1 물질의 표면 위에 배치된 제2 물질을 포함한다. 제1 물질에 수반되는 디자인은 패턴화된 영역, 그루브(grooved) 부위, 및 바이어스(vias)와 기타 완전한 반도체 소자를 형성하는 구조를 포함한다. 다마센 공정과 같은 공정에 의하여 제조되고 본원 발명의 연마 용품에 의하여 변형된 웨이퍼 표면은 바람직하게는 반도체 소자의 기능을 저해하는 스크래치 또는 기타 결함이 없다. 바람직한 실시태양에서, 웨이퍼 표면은 평탄하고 Rt 치에 의하여 측정되는 스크래치 또는 기타 결함이 존재하지 않는다. 본원 발명에 의하여 제공되는 바람직한 Rt 치는 통상적으로 약 3,000 옹스트롬 미만이고, 바람직하게는 약 1,000 옹스트롬 미만, 가장 바람직하게는 약 500 옹스트롬 미만이다. 웨이퍼는 웨이퍼의 기재층 상에 층을 형성하는 제3, 제4, 제5 또는 그 이상의 물질을 포함할 수 있다. 각각의 층은 제1 및 제2 층만을 갖는 웨이퍼에 대하여 실시예에 예시된 바와 같이 변형될 수 있다.

다마센 공정 도중에 웨이퍼를 변형시키는 방법은 예를 들면, 웨이퍼의 기재상에 존재하는 1 이상의 제1 물질 및 제2 물질을 가지는 웨이퍼에 대하여 개시될 수 있다. 물질 중의 하나 이상이 디자인을 형성하도록 예정된 표면을 가질 수 있다. 외부 물질은 제1 및 제2 물질 위에 배치되어 표면 내에 예정된 상기 디자인에 채워진다. 웨이퍼는 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체와 접촉하도록 거치되고, 웨이퍼의 외부 물질은 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체에 접촉하도록 거치되고, 상기 연마 복합체는 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함한다. 웨이퍼는 외부 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉하는 동안에 웨이퍼의 노출 표면이 평탄해지고 1 이상의 노출된 제1 물질 및 노출된 제2 물질을 포함할 때까지 연마 용품에 대하여 상대적으로 운동한다.

본원 발명의 일 실시태양에서, 웨이퍼를 변형시키는 방법은 1 이상의 유전체 물질 위에 배치된 전도 물질을 포함하는 층에 대하여 개시될 수 있다. 상기 유전체 물질은 디자인을 형성하도록 예정된 표면을 가진다. 이러한 웨이퍼는 웨이퍼의 노출된 주된 표면(전도 물질)을 연마 용품에 대하여 접촉시키고 상대적으로 운동시켜서 변형될 수 있다. 통상적으로 연마 용품은 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하는 다수의 텍스처된 3-차원 연마 복합체의 노출된 주 표면을 포함한다. 웨이퍼의 노출 표면이 평탄해지고 적어도 하나의 노출된 전도 물질 및 적어도 하나의 노출된 유전체 물질을 포함하고 상기 전도성 물질의 노출 표면 및 유전체 물질의 노출 표면이 단일 평면상에 존재할 때까지 접촉 및 운동이 연마 용품의 다수의 연마 복합체 및 전도 물질 사이에서 계속된다. 상기 유전체 물질은 접착/장벽 층과 같은 하나 이상의 중간체 물질에 의하여 덮혀질 수 있다. 통상적으로, 노출된 유전체 물질은 전도성 물질의 제거 후에 본질적으로 중간체 물질을 가지지 않는다. 또 다른 한편으로, 전도성 물질의 제거는 중간체 물질 및 전도성 물질의 표면만을 노출시킬 수 있다. 계속된 변형은 이어서 웨이퍼 표면상에 유전체 물질 및 전도성 물질을 노출시킬 수 있다.

본원 방법은 특히 본원에서 통상적으로 제2 물질로서 언급되는 전도성 표면을 변형시키도록 개조된다. 상기 전도성 표면은 약 0.1 ohm-cm 미만의 저항치를 가지는 다양한 전도성 물질로부터 제조될 수 있다. 바람직한 전도성 물질은 텅스텐, 구리, 알루미늄, 알루미늄 구리 합금, 금, 은 또는 이들 금속의 다양한 합금을 포함한다. 바람직한 유전체 물질은 일반적으로 약 5 미만의 유전 상수를 가진다.

실시시, 웨이퍼 및 연마 용품 사이의 운동은 약 0.1 내지 25 psi 범위의 압력하에서, 바람직하게는 약 0.2 내지 15 psi 범위의 압력하에서 수행된다. 본원 발명의 일 실시태양에서, 웨이퍼 및 연마 용품은 회전하고/또는 서로에 대하여 운동한다. 예를 들면, 연마 용품 및 웨이퍼 중의 하나 또는 둘 모두가 서로에 대하여 상대적으로 회전하고 웨이퍼 및 연마 용품의 상대적인 중심을 따라서 선형으로 움직인다. 웨이퍼 및 연마 용품은 또한 경로를 따라 속도가 변하면서 타원 또는 8 자 형태의 패턴으로 운동할 수 있다. 회전 운동 또는 웨이퍼 및 연마 용품의 회전 속도는 1 내지 10,000 rpm 사이일 수 있다. 연마 용품의 바람직한 회전 속도는 연마 용품이 10 내지 1,000 rpm 사이의 속도, 더욱 바람직하게는 10 내지 250 rpm 사이의 속도, 더욱 바람직하게는 10 내지 60 rpm 사이의 속도로 회전하는 것이다. 웨이퍼의 바람직한 회전 속도는 웨이퍼가 2 내지 1,000 rpm 사이의 속도, 더욱 바람직하게는 5 내지 500 rpm 사이의 속도, 매우 더욱 바람직하게는 10 내지 100 rpm 사이의 속도로 회전하는 것이다.

본원 발명의 일 실시태양에서, 웨이퍼의 전도성 표면은 작업(working) 액체의 존재하에서 연마 용품에 의하여 변형된다. 유용한 일 작업 액체는 다양한 상이한 첨가제를 포함하는 수용액이다. 적절한 첨가제는 복합체화제, 산화제 또는 부동화제, 표면활성제, 습윤제, 완충액, 부식 방지제, 윤활제, 세제, 또는 이들 첨가제의 조합을 포함한다. 첨가제는 또한 제2 물질(예를 들면, 웨이퍼 표면 상의 금속 또는 금속 합금 전도체)과 반응하는 산화제, 환원제, 부동화제 또는 복합체화제와 같은 제제를 포함할 수 있다. 산화제의 예는 과산화 수소, 질산, 포타슘 페리시아나이드, 질산 제이철, 또는 이들의 조합을 포함한다. 복합체화제의 예는 수산화 암모늄 및 탄산 암모늄을 포함한다. 나아가, 작업 액체는 첨가제 또는 기타 제제가 상대적으로 적을 수 있다. 이러한 실시태양에서, 작업 액체는 수돗물, 증류수 또는 탈염수일 수 있다. 적절한 부동화제는 벤조트리아졸이다.

본원 방법의 바람직한 연마 용품은 바인더 내에 분산된 다수의 연마 입자로 이루어진 텍스처된 3-차원 연마 외부 표면을 포함한다. 연마 용품이 받침(backing)을 더 포함하는 것이 바람직하고 더욱 바람직하게는 이 받침이 중합체 필름이다. 이 받침은 정면 및 이면을 가진다. 받침은 종이, 부직물, 옷감, 처리된 옷감, 중합체 필름 또는 전처리된(primed) 중합체 필름과 같은 연마 용품에 사용되는 물질 군으로부터 선택될 수 있다. 바람직한 일 실시태양에서, 받침은 전처리된 폴리에스테르 필름이다.

받침의 1 이상의 표면이 바인더 및 연마 입자로 코팅된다. 연마 코팅은 어느 정도 침식 가능한 것이 바람직하다. 적절한 바인더는 유기물질 또는 무기물질일 수 있다. 바인더가 유기 바인더인 것이 바람직하다. 나아가, 바인더는 열가소성 바인더 또는 열경화성 바인더일 수 있다. 바인더가 열경화성 바인더인 경우, 바인더는 바람직하게는 바인더 전구체로부터 형성될 수 있다. 특히, 적절한 바인더 전구체는

경화되지 않은 유동 상태로 존재한다. 연마 용품이 제조될 때, 바인더 전구체는 바인더 전구체의 경화의 개시 또는 중합반응을 촉진하는 조건(통상적으로 에너지원)에 노출된다. 이러한 중합 또는 경화 단계 도중에, 바인더 전구체는 고화되어 바인더로 변환된다. 본원 발명에서, 바인더 전구체가 유리 라디칼 경화성 중합체를 포함하는 것이 바람직하다. 조사 에너지와 같은 에너지 원에 노출되자 마자, 유리 라디칼 경화성 중합체는 가교결합되어 바인더를 형성한다. 몇몇 바람직한 유리 라디칼 경화성 중합체의 예는 아크릴레이트 단량체, 아크릴레이트 올리고머 또는 아크릴레이트 단량체 및 올리고머의 조합을 포함한다. 바람직한 바인더 전구체는 아크릴레이트 판능성 우레탄 중합체를 포함한다.

연마 입자는 노출된 웨이퍼 표면에 의도하는 성질을 제공하는 임의의 적절한 연마 입자일 수 있고 특정 연마 입자가 특정 형태의 물질을 위하여 사용될 수 있다. 의도하는 성질은 금속 절삭 속도, 표면 마감처리 및 노출된 웨이퍼 표면의 평탄도를 포함할 수 있다. 연마 입자는 웨이퍼 표면의 특정 물질에 따라 선택될 수 있다. 예를 들면, 구리 웨이퍼 표면용으로 바람직한 연마 입자는 알파 알루미나 입자를 포함한다. 대체적으로 다른 알루미늄 웨이퍼 표면용으로 바람직한 연마 입자는 알파 및 카이 알루미나를 포함한다.

연마 입자의 크기는 부분적으로 연마 용품의 특정 조성 및 상기 공정 도중에 사용되는 작업 액체의 선택에 따라 다르다. 일반적으로, 약 5 마이크로미터 이하의 평균 입도를 가지는 적절한 연마 입자가 바람직하다. 평균 연마 입자 크기가 1 마이크로미터 이하, 특히 더욱 바람직하게는 약 0.5 마이크로미터 이하인 연마 용품이 더욱 바람직하다.

연마 입자는 충전제 입자와 조합하여 사용될 수 있다. 바람직한 충전제 입자의 예는 마그네슘 실리케이트, 알루미늄 트리히드라이드 및 이들의 조합을 포함한다.

본원 발명에서, 바인더 및 연마 입자는 다수의 형성된 연마 복합체를 제공한다. 연마 복합체 형태는 제1 평면 곡선 및 받침, 또는 점에 실질적으로 평행한 제2 폐쇄 평면 곡선에 대하여 양, 0 또는 음의 테이퍼(taper)로 제3 차원으로 연장된 제1 폐쇄 평면곡선에 의하여 한정되는 것을 포함하는 다양한 3-차원 형상을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 평면 곡선, 및 임의의 중간체 전이 곡선이 모든 곳에서 볼록면일 필요는 없다. 제2 폐쇄 평면 형태는 제1 폐쇄 평면 형태보다 크거나 작을 수 있고, 제1 평면 형태와 일치하지 않을 수 있으며, 또는 제1 폐쇄 평면 곡선에 대하여 회전된 것일 수 있다. 폐쇄 평면 곡선의 중심의 궤적에 의하여 정의되는 연장 축이 제1 평면에 수직일 필요는 없다. 제2 폐쇄 평면 곡선이 제1 폐쇄 평면 곡선에 대하여 경사를 이루는 것은 덜 바람직할 수 있다. 그루브와 같은 작은 크기의 형태가 연마 복합체 형태의 말단 표면에 형성될 수 있다. 적절한 복합체 형태는 예를 들면, 바닥에서는 원형 단면을 가지고, 말단 평면에서 약간 작은 대응 직경의 6-방향 비-등가 별모양으로 매끄럽게 또는 하나 이상의 분리된 단계로 변환되는 바닥의 원형 단면을 가질 수 있다. 이러한 연마 복합체는 규칙적으로 형성되거나 불규칙하게 형성될 수 있다. 연마 복합체는 바람직하게는 서로 떨어져 위치한다. 바람직한 연마 복합체는 구, 피라미드, 파라미드, 절두체, 원뿔, 입방체, 볼록, 막대기, 십자가 또는 기둥형의 절추체와 같은 평탄한 상부면을 갖는 기하학적 형상을 가진다. 연마 복합체는 통상적으로 받침의 표면 상에 특정한 순서 또는 패턴으로 정렬된다. 다른 한편으로, 연마 복합체는 또한 받침의 표면상에 임의적으로 배열될 수도 있다. 연마 용품은 또한 연마 복합체의 길고 연속적인 열로 구성될 수도 있다. 일정 범위의 연마 복합체의 면적 밀도가 연마 용품에 사용될 수 있다. 적절한 면적 밀도 범위는 1 평방 센티미터 당 최소한 2 내지 최소한 1,000개의 연마 복합체이다. 또한, 연마 복합체의 크기는 2 밀리미터 미만, 0.5 밀리미터 미만, 또는 0.1 밀리미터 미만의 높이를 포함한다. 나아가, 연마 복합체는 또한 1 미만의 첨가제를 포함할 수 있다. 적절한 첨가제는 연마 입자 표면 변형 첨가제, 결합제, 충전제, 평창제, 섬유, 정전기 방지제, 개시제, 유화제, 윤활제, 습윤제, 표면활성제, 안료, 염료, 자외선 안정화제, 복합체화제, 사슬전달제, 가속제, 촉매, 합성화제, 부동화제 또는 이들 첨가제의 조합을 포함한다.

또한, 연마 코팅은 서브패드(subpad)에 고정될 수 있다. 서브패드는 정면 및 이면을 가지고 연마 코팅은 지지 패드의 정면 표면에 존재할 것이다. 감압(感壓) 점착체가 상기 연마 용품을 서브패드에 고정시키기 위하여 연마 용품의 받침의 이면에 적용될 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

- 도1은 표면 변형전의 구조화된 웨이퍼 일부의 개략적인 단면도이다.
- 도2는 표면 변형후의 구조화된 웨이퍼 일부의 개략적인 단면도이다.
- 도3은 반도체 제조시 사용되는 웨이퍼의 표면을 변형시키기 위한 장치의 부분적인 측면 개략도이다.
- 도4는 본원 발명의 공정에 유용한 연마 용품 일부의 단면도이다.
- 도5는 본원 발명의 공정에 유용한 또 다른 연마 용품 일부의 단면도이다.
- 도6은 본원 발명의 공정에 유용한 연마 용품 일부의 단면도이다.
- 도7은 본원 발명의 공정에 유용한 또 다른 연마 용품 일부의 상부면 도면이다.

#### 발명의 상세한 설명

본원에서는 하기의 정의가 사용된다:

"고정된" 연마 용품은 평탄화 공정 도중에 발생하는 것을 제외하고는 본질적으로 부착되지 않은 연마 입자가 존재하지 않는 결합된 연마 용품이다.

"3-차원"-연마 용품은 그 두께의 적어도 일부분을 통하여 퍼져 있는 다수의 연마 입자를 가져서 평탄화 도중에 입자의 일부가 제거되어도 다른 연마 입자에 의하여 평탄화 기능을 수행할 수 있는 연마 용품이다.

“텍스처된” 연마 용품은 용기 부분 및 합물 부분을 가지고 적어도 용기 부분은 연마 입자 및 바인더를 함유하는 연마 용품이다.

“첨식 가능한” 연마 용품은 제머된 방식으로 사용 조건하에서 부서질 수 있는 연마 용품이다.

“연마 덩어리”는 단일한 입자 덩어리의 형태로 서로 결합된 다수의 연마 입자를 의미한다.

“연마 복합체”는 집합적으로 연마 입자 및 바인더를 포함하는 텍스처된, 3-차원 연마 용품을 제공하는 다수의 성형체 중의 하나를 의미한다. 연마 입자는 연마 덩어리의 형태일 수 있다.

“규칙적으로(precisely) 성형된 연마 복합체”는 복합체가 주형으로부터 회수된 후에 유지되는 주형 캐비티와 역상으로 성형된 모양을 가지는 연마 복합체이다. 바람직하게는, 복합체는 미국특허 제5,152,917호 (피에퍼(Pieper) 등)에 기재된 바와 같이 연마 용품이 사용되기 전에 상기 형상의 노출된 표면 밖으로 용기된 연마 입자가 실질적으로 존재하지 않는다.

증래의 반도체 장치 제작 설계에서, 평탄한 기재 실리콘 웨이퍼는 다층 구조를 이루게 되는 단일층을 함께 형성하는 2 이상의 분리된 물질 영역을 포함하는 균일한 층을 퇴적시키는 일련의 가공 단계에 종속된다. 주어진 층 내의 개개 성분들은 다양한 방법으로 형성될 수 있지만, 제1 물질의 균일층을 웨이퍼 자체에 적용하거나 또는 본 기술 분야에서 통상적으로 사용되는 임의의 방법에 의하여 제조되는 기존 중간체 층에 적용하거나, 상기 층에 홈을 에칭하고 이어서 이 홈을 제2 물질로 채우는 것이 통상적이다. 다른 한편으로, 제1 물질을 포함하는 대략 균일한 두께의 형태가 웨이퍼 위 또는 웨이퍼의 미리 제조된 층 위에 통상적으로 마스크를 통하여 퇴적될 수 있고, 이어서 이러한 형상에 인접한 영역이 제2 물질로 채워져서 층을 완성한다. 완성되면, 외부 표면은 본질적으로 전체적으로 평탄하고 기재 실리콘 웨이퍼 표면과 평행하다.

공지된 층진 조작은 통상적으로 제2 물질의 코팅을 중간체 웨이퍼의 노출 표면위에 퇴적하여 수행되고, 이 코팅은 선행하는 퇴적/에칭 또는 마스크 퇴적 단계에 의하여 채워지지 않고 남겨진 구조의 상기 층의 이러한 부분을 채우기에 충분한 두께이다. 결과적으로, 마감처리된 반도체 장치에서 제1 물질을 포함하는 상기 층의 영역은 또한 제2 물질로 덮여질 것이고, 제1 물질 및 그 위에 덮여지는 제2 물질의 층 두께는 웨이퍼 내의 마감처리된 노출층의 의도하는 두께보다 클 것이다. 가공되는 웨이퍼의 노출 표면 상에 디마센 공정을 사용하여 다층 금속화 구조를 형성하는 데 있어서, 그루브 또는 홈은 예를 들면, 이산화구소와 같은 유전체 제1 물질 상에 패터닝된다. 잔류하는 유전체 제1 물질의 최외각 표면 및 임의의 집착/차폐층은 평탄도를 잃지 않으면서 그루브 또는 홈을 국소적으로 연결하는 전체적으로 실질적으로 평탄한 제1 표면을 한정한다. 전체적으로 실질적으로 평탄한 제2 표면은 정의의 목적을 위하여 유사하게 연결되어 패터닝된 유전체를 손상없이 통과할 수 있게 하는 그루브 또는 홈의 집합된 바닥으로 정의된다. 본질적으로 전체적으로 평탄한 제1 및 제2 표면은 바람직하게는 원래의 실리콘 웨이퍼 표면과 평행하고 제조되는 층의 바로 밑에 위치할 수 있는 소자의 임의의 층의 표면에 평행하다. 본질적으로 전체적으로 평탄한 제2 표면은 종종 바로 밑에 위치한 층(존재한다면)의 표면에 상응한다. 임의적 집착/차폐층, 예를 들면 질화 티탄 또는 티탄, 및 후속적인 금속 제2 물질(예를 들면, 구리 또는 알루미늄)층은 웨이퍼의 임의의 에칭 또는 패터닝된 영역으로 확실하게 퇴적된다. 이어서, 중간체 웨이퍼의 노출된 외부 표면은 종종 본원에서 정의된 바와 같은 본질적으로 전체적으로 평탄한 제1 표면 위에 완전히 거칠릴 것이다.

사전에, 과량의 제2 물질이 통상적으로 연마 슬러리 및 폴리싱 패드를 사용하는 전체적인 화학적 기계적 평탄화(CMP)에 의하여 제거된다. 본 발명은 지지부한 슬러리 CMP를 3-차원 성형 연마 용품을 사용하는 상대적으로 깨끗한 평탄화 공정으로 대체하고, 여기에서 상기 연마 용품의 구조화된 성분(element)은 바인더 내에 다수의 연마 입자를 포함한다. 제2 물질을 화학적으로 변형시키거나 또는 연마 용품의 작동시 중간체 웨이퍼의 표면으로부터 제2 물질의 제거를 촉진하는 성분을 포함하는 작업 유체가 연마 용품에 수반되어 사용될 수 있다.

하기의 비-제한적인 기재는 본원 발명의 방법을 예시한다. 디마센 공정에 의하여 형성되는 금속 선, 패드 및 바이어스의 설계는 3-차원 연마 용품을 수반하는 전체적인 평탄화 공정에 의하여 최종적으로 얻어진다. 평탄화 공정은 평탄화 되어질 웨이퍼의 노출면을 본원 발명의 연마 용품의 표면상의 다수의 연마 복합체에 접촉시키고 접촉이 유지되는 동안에 웨이퍼 및 연마 용품을 상대적으로 운동시켜서 수행된다. 제2 물질을 화학적으로 변형시키거나 또는 연마 용품의 작동시 제1 웨이퍼 물질의 표면으로부터 제2 물질의 제거를 촉진하는 성분을 포함하는 작업 유체가 사용될 수 있다. 평탄화 공정은 웨이퍼의 노출된 외부 표면이 본원에서 정의된 1 이상의 노출된 제2 물질 영역 및 노출된 제1 물질 영역을 포함할 때까지 계속된다. 충분히 평탄화 공정을 계속하지 못하면 바람직하지 않은 유전체의 연결이 전도성 물질에 의하여 초래된다. 본질적으로 전체적으로 평탄한 제1 표면에 대한 지나치게 과도한 평탄화 공정의 계속은 1 이상의 전도성 선의 절단을 초래할 것이다. 특이적인 경우에, 제1 물질의 표면이 노출될 경우 제2 물질의 제거 속도가 감소하거나 정지되고, 제1 물질의 제거 속도는 제2 물질의 제거 속도와 상이하다. 본원 발명의 연마 용품은 각각 상이한 제거 속도를 가지는 1 이상의 물질을 포함하는 웨이퍼 상에 평탄한 표면을 생성시키도록 고안되었다. 본원 발명의 연마 용품은 평탄화 도중에 이러한 물질의 표면을 최소한도로 스크래치하도록 고안되었다.

유전체 및 금속의 역할은 서로 바뀔 수 있다. 제1 및 제2 물질은 각각 유전체 및 도전체로 제한될 필요가 없거나, 또는 1 이상의 유전체 및 도전체로 제한될 필요도 없다. 본원 발명의 일 실시 태양은 마감처리된 반도체 소자의 단일 층 내부에 2 이상의 물질, 제1 물질 또는 제2 물질의 특정 영역의 바로 밑에 거칠린 물질(제1 물질, 제2 물질, 제3 물질 또는 물질의 조합일 수 있음), 2 이상의 이러한 세트가 단일층 내의 상이한 깊이로 존재하는 경우 그루브 또는 홈의 바닥의 최외각 집합 세트에 대하여 정의되는 본질적으로 전체적으로 평탄한 제2 표면, 본 방법의 평탄화 공정의개시전에 최종 제조된 층의 최종적으로 평탄화된 표면 상의 모든 점에서 제2 물질이 존재하지 않는 표면, 실리콘 이외의 물질을 갖는 기재를 가지는 웨이퍼에 대하여 개시될 수 있다. 도1은 본 발명에 따른 공정에서 적합하게 사용되는 패터닝된 웨이퍼 10의 대표도이다. 명백히 하기 위하여, 도핑된 영역, 활성 소자, 에피택셜(epitaxial) 층, 캐리어 및 필드(field) 산화를 층이 생략되었다. 웨이퍼 10은 통상적으로 단일 결정 실리콘, 비소화 갈륨 및 기타 본 기술 분야에 공지된 물질과 같은 임의의 적절한 물질로부터 제조되는 기재 11 및 다수의 지형적 형태를

가진다. 통상적으로 질화 티탄 또는 티탄인 차폐 또는 점착층 13은 기재층 또는 기재형태를 덮는다. 기타 차폐층은 탄탈, 질화 탄탈 또는 질화 규소를 포함할 수 있다.

금속 도전층 14는 차폐층 13 및 기재 형태의 정면 표면을 덮는다. 알루미늄, 구리, 알루미늄 구리 합금, 텅스텐, 은 또는 금과 같은 다양한 금속 및 금속 합금이 사용될 수 있다. 금속층은 차폐층 13 위에 금속의 연속 층을 퇴적하여 의하여 통상적으로 적용된다. 이어서 과량의 금속은 도2에 도시된 금속 연결부 15의 의도하는 패턴을 형성하도록 제거된다. 금속의 제거는 분리된 금속 연결부 표면 15 및 바람직하게는 마감처리된 반도체 소자의 작동성을 방해할 수 있는 스크래치 또는 기타 결함이 존재하지 않는 평탄한 표면을 제공하는 분리된 형태 표면 16을 제공한다.

#### <장치>

도3은 본 발명에 따른 공정에 유용한 웨이퍼 변형용 장치를 개략적으로 도시한다. 이 기계의 다양한 변형 및/또는 다양한 기타 기계가 본 발명에 유용할 수 있다. 이러한 형태의 장치 및 다양한 변형 및 기타 형태의 장치가 폴리싱 패드 및 성긴 연마슬러리를 사용하기 위한 본 기술 분야에서 공지되어 있다. 상업적으로 구입가능한 적절한 장치의 예로는 IPEC/WEESTECH(Pheonix AZ)로부터 구입 가능한 CMP(chemical mechanical process) 기계가 있다. 대체적인 CMP 기계는 STRASBAUGH 또는 SPEEDFAM으로부터 구입할 수 있다.

장치 30은 모터(도시되어 있지 않음)에 연결된 헤드 유닛 31을 포함한다. 척(chuk) 32는 헤드 유닛 31로부터 연장된다(이러한 척의 예로는 짐발(gimbal) 척이 있다). 척32의 디자인은 바람직하게는 상이한 힘 및 피벗(pivot)을 수용하여 연마 용품이 의도한 표면 마감 처리 및 평탄도를 웨이퍼 상에 제공하도록 한다. 그러나, 척은 평탄화 도중에 웨이퍼에 피벗을 허용하거나 허용하지 않을 수 있다.

척 31의 말단에 웨이퍼 홀더 33이 존재한다. 웨이퍼 홀더 33은 웨이퍼 34를 헤드 유닛 31에 고정시키고 웨이퍼가 가공 도중에 이동하는 것을 방지한다. 웨이퍼 홀더는 웨이퍼를 수용하도록 고안되고, 예를 들면, 원형, 타원형, 정방형, 사각형, 8각형, 6각형 또는 5각형일 수 있다.

몇몇 경우에서, 웨이퍼 홀더는 임의적인 유지 고리(retaining ring) 및 웨이퍼 지지 패드의 두 부분을 포함한다. 유지 고리는 일반적으로 반도체 웨이퍼의 주위를 고정시키는 원형 소자이다. 웨이퍼 지지 패드는 1 이상의 성분(예를 들면, 폴리우레탄 발포체)으로 제조될 수 있다.

웨이퍼 홀더 33은 고리 부분 35에서 반도체 웨이퍼 34를 따라 연장된다. 고리 부분(임의적)은 분리된 조각이거나 홀더 33과 합체된 것일 수 있다. 몇몇 예에서, 웨이퍼 홀더 33은 웨이퍼 34보다 더 연장되지는 않아서 연마 용품 42와 접촉하지 않을 것이다. 기타 경우, 웨이퍼 홀더 33은 웨이퍼 34보다 더 연장되어 연마 복합체와 접촉하고, 이 경우 웨이퍼 홀더가 연마 복합체의 특성에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들면, 웨이퍼 홀더 33은 연마 용품을 조절하여 가공 도중에 연마 용품의 표면의 최외각 부분을 제거할 것이다.

웨이퍼 홀더 또는 유지 고리는 연마 용품이 웨이퍼에 의도하는 정도의 변형을 부여하도록 하는 임의의 물질로 제조될 수 있다. 적절한 물질의 예는 중합체 물질을 포함한다.

웨이퍼 홀더 33이 회전하는 속도는 구체적인 장치, 가공 조건, 연마 용품 및 의도하는 웨이퍼 변형 기준에 따라 상이할 것이다. 그러나, 일반적으로 웨이퍼 홀더 33은 약 2 내지 약 1,000 rpm 사이, 통상적으로 약 5 내지 약 500 rpm 사이, 바람직하게는 약 10 내지 약 300 rpm사이 및 더욱 바람직하게는 약 20 내지 약 100 rpm사이로 회전할 것이다. 웨이퍼 홀더가 지나치게 저속 또는 고속으로 회전하는 경우, 의도한 절삭 속도가 얻어지지 않을 수 있다.

웨이퍼 홀더 33 및/또는 기재 42는 원형, 나선형, 비-균일 방식, 숫자 "8"과 같은 타원형 또는 임의적으로 회전할 수 있다. 웨이퍼 홀더 또는 기재는 홀더 또는 기재를 통하여 초음파 진동을 통과시키는 것들에 의하여 진동할 수도 있다.

현재 사용되는 100 내지 500 mm 직경 웨이퍼용 연마 용품은 통상적으로 약 10 내지 200 mm, 바람직하게는 20 내지 150 mm, 더욱 바람직하게는 약 25 내지 100 mm 사이의 직경을 가질 것이다. 연마 용품은 약 5 내지 10,000 rpm 사이, 통상적으로는 약 10 내지 1,000 rpm 사이, 약 10 내지 250 rpm 사이 및 바람직하게는 10 내지 60 rpm 사이로 회전할 수 있다. 웨이퍼 및 연마 용품 모두가 동일한 방향으로 회전하는 것이 바람직하다. 그러나, 웨이퍼 및 연마 용품이 반대 방향으로 회전할 수도 있다.

웨이퍼 표면 34 및 웨이퍼 홀더 33 사이의 경계면은 바람직하게는 의도하는 정도의 평탄도가 얻어지도록 상대적으로 평탄하고 균일하여야 한다. 저장기 37은 튜브 38를 통하여 웨이퍼 및 기재 42에 부착된 연마 용품 41의 경계면에 공급되는 액체 액체 39(하기에서 더 상세히 기재)를 보유한다. 평탄화 도중에 연마 용품 및 웨이퍼 표면 사이의 경계면에 작업 액체의 일관된 흐름이 존재하는 것이 바람직하다. 액체 유동 속도는 부분적으로 의도하는 평탄화 기준(절삭 속도, 표면 마감 처리 및 평탄도), 구체적인 웨이퍼 구조 및 노출된 금속의 화학에 의존할 것이다. 액체 유동 속도는 통상적으로 약 10 내지 1,000 밀리리터/분, 바람직하게는 10 내지 500 밀리리터/분, 및 약 25 내지 250 밀리리터/분 사이의 범위이다.

본 발명의 변형 공정 도중에, 연마 용품은 통상적으로 연마 용품의 지지 패드로서 작용하는 서브패드 43에 고정된다. 부분적으로, 서브패드는 연마 용품이 노출된 웨이퍼 표면을 효율적으로 절삭할 수 있게하는 경도 및 연마 용품이 노출된 웨이퍼 표면에 균일하게 순응할 수 있도록 하는 순응성을 제공한다. 이러한 순응성은 전체 노출 웨이퍼 표면을 통하여 의도하는 표면 마감처리를 얻을 수 있도록 하는데 중요하다. 따라서, 구체적인 서브패드(즉, 서브 패드의 물리적 성질)의 선택은 연마 용품이 의도하는 웨이퍼 표면 특성(절삭 속도, 표면 마감 처리 및 평탄도)을 제공하도록 연마 용품에 상응하여야 한다.

적절한 서브패드는 금속 또는 중합체 발포체, 고무, 및 플라스틱 시트와 같은 임의의 의도하는 물질로부터 제조될 수 있고, 서브 패드는 복합체 물질일 수 있다. 탄성 폴리카르보네이트층 및 순응성 폴리 우레탄 발포체층을 가지는 바람직한 2 성분 적층 패드가 미국특허 제5,682,950호에 보고되어 있다.

연마 용품을 서브 패드에 부착시키기 위하여 사용되는 수단은 바람직하게는 연마 용품을 평탄화 도중에

평탄하고 단단히 유지한다. 바람직한 부착 수단은 감압 점착제이다(예를 들면, 필름 또는 테이프 형태). 이러한 목적에 적합한 감압 점착제는 라텍스 크레이프(crepe), 로진(rosin), 아크릴 중합체 및 공중합체(예를 들면, 폴리부틸아크릴레이트 및 기타 폴리아크릴레이트 에스테르), 비닐 에테르(예를 들면, 폴리비닐 n-부틸 에테르), 알카이드(alkyd) 점착제, 고무 점착제(예를 들면, 천연 고무, 합성 고무, 열화 고무), 및 이들의 혼합물을 기재로 하는 것을 포함한다. 감압 점착제는 바람직하게는 종래의 기술을 사용하여 연마 용품의 이면 위에 적용 또는 코팅된다. 또 다른 형태의 감압 점착제 코팅이 미국특허 제 5,141,790호에 더 예시되어 있다.

연마 용품은 후크 및 고리 형태의 부착 시스템을 사용하여 서브패드에 고정될 수도 있다. 고리 직물은 연마 용품의 이면에 존재하고 후크는 서브패드 위에 존재할 수 있다. 또 다른 한편으로, 후크가 연마 용품의 이면에 존재하고 고리가 서브패드 상에 존재할 수 있다. 후크 및 고리 형태 부착 시스템이 미국특허 제 4,609,581호, 동 제 5,254,194호, 제 5,505,747호 및 PCT 국제공보 제 95/19242호에 보고되어 있다. 진공 플레이트(piaten)의 사용이 미국특허 제 5,593,344호에 개시되어 있다.

본원 발명의 공정 및 방법은 웨이퍼 변형이 최소화되도록 변형할 수 있다. 연마 용품은 광학 창 및 개구를 포함하여 작업자가 연마 용품을 통하여 다수의 연마 복합체를 형성하는 중에 인접한 웨이퍼를 관측할 수 있게 한다. 더욱이, 기관의 변화하는 전기적 특성, 변화하는 기계적 토크 또는 드래그(drag), 또는 평탄화 도중에 발생하는 변화하는 잡음을 감지하는 것과 같은 웨이퍼 폴리싱 공정을 관측할 수 있게 하는 종래의 말단-점(end-point) 감지 방법이 다수의 3-차원 연마 복합체를 포함하는 연마용품을 사용하는 본원 발명의 방법을 최적화하기 위하여 사용될 수 있다. 폴리싱 조작으로부터의 방출물의 분석에 의존하는 방법도 고정된 연마 용품에 양호하게 적용될 것으로 예측된다. 방출물 내에 유리 연마 용품이 다량 존재하지 않는 것은 이러한 분석을 간단하게 하고 이러한 방법의 전체 효율을 개선시킬 것으로 기대된다. 이러한 방법은 유럽특허공개공보 제 824995호 및 미국특허 제 4,34,425호, 동 제 5,036,015호, 동 제 5,069,002호, 동 제 5,222,329호, 동 제 5,244,534호, 동 제 4,793,895호, 동 제 5,242,524호, 동 제 5,234,868호, 동 제 5,605,760호 및 동 제 5,439,551호에 논의되어 있다.

미국특허 제 5,20,283호, 동 제 5,177,908호, 동 제 5,234,867호, 동 제 5,297,364호, 동 제 5,486,129호, 동 제 5,230,184호, 동 제 5,245,790호 및 동 제 5,562,530호에서 논의된 바와 같은 폴리싱되는 대상물의 표면 및 폴리싱 패드를 통한 균일한 마모율을 얻기 위한 방법이 본원 발명의 연마 용품의 사용을 위하여 개조될 수 있다. 본질적으로 특정한 연마 표면에 의존하지 않는 종래의 웨이퍼 운반체의 구조 및 웨이퍼 지지/부착 수단이 본원 발명의 텍스처된 3-차원 연마 용품에 사용될 수 있다. 텍스처된 3-차원 연마 복합체의 연마 표면은 일반적으로 슬러리/패드 조합에 종종 일상적인 조건화(conditioning)를 요하지는 않지만, 변형된 보다 양호한 초기 표면을 제공하거나 또는 사용 도중 또는 사이에 축적된 퇴적물을 제거하도록 본 기술 분야에 공지되어 있는 임의의 적절한 패드 조건화 방법을 사용하여 조건화 또는 손질하는 것이 유리할 수 있다. 슬러리와 관련하여 연속적인 벨트 또는 사이트 패드의 로울의 공급을 사용하는 웨이퍼 평탄화 공정의 변형이 미국특허 제 5,593,344호에 기재된 바와 같이 텍스처된 3-차원 연마 복합체 및 적절한 작용액의 벨트 또는 로울로 대체되어 사용될 수도 있다. 본질적으로 특정한 연마 표면과의 상호 작용에 의존하지 않는 웨이퍼 운반체 및 웨이퍼 지지/부착 수단과 같은 폴리싱 관련 기술이 본원 발명의 텍스처된 3-차원 연마 복합체를 포함하는 연마 용품과 함께 사용될 수 있다.

#### 《조작 조건》

웨이퍼 가공에 영향을 미치는 변수는 웨이퍼 표면 및 연마 용품사이의 적절한 접촉 압력의 선택, 액체 매질의 형태, 웨이퍼 표면 및 연마 용품 사이의 상대 속도 및 상대 운동, 및 액체 매질의 유동 속도를 포함한다. 이러한 변수들은 독립적이고, 가공되는 개개의 웨이퍼 표면에 기초하여 선택된다.

일반적으로, 단일 반도체 웨이퍼를 위한 수많은 공정 단계가 존재할 수 있기 때문에, 반도체 제조 산업은 상기 공정이 물질의 상대적 또는 높은 제거 속도를 제공할 것이라고 기대된다. 물질 절삭 속도는 분당 100 용스트를 이상, 바람직하게는 500 용스트를 이상, 더욱 바람직하게는 1,000 용스트를 이상, 가장 바람직하게는 1500 용스트를 이상 이어야 한다. 몇몇 경우에서, 절삭 속도는 분당 2,000 용스트를 이상, 심지어 3,000 또는 4,000 용스트를 이상인 것이 바람직할 수 있다. 연마 용품의 절삭 속도는 기계 조건 및 가공되는 웨이퍼 표면의 형태에 따라 상이할 수 있다.

그러나, 일반적으로 높은 절삭 속도를 가지는 것이 바람직하지만, 절삭 속도는 의도하는 웨이퍼 표면의 표면 최종 처리 및/또는 지형을 손상하지 않도록 선택되어야 한다.

웨이퍼의 표면 마감처리는 공지의 기술에 의하여 평가될 수 있다. 바람직한 일 방법은 "조도(roughness)"의 척도를 제공하고 스크래치 또는 기타 표면 결함을 나타낼 수 있는 웨이퍼 표면의 Rt 수치를 측정하는 것이다. 예를 들면, 문헌[RST PLUS Technical Reference Manual, Wyko Corp., Tucson, AZ]의 제 2장을 참조. 웨이퍼 표면은 바람직하게는 약 4,000 용스트를 이하, 더욱 바람직하게는 약 2,000 이하, 매우 더욱 바람직하게는 약 500 용스트를 이하의 Rt 수치가 얻어지도록 변형된다.

Rt는 통상적으로 Wyko Corp.에서 구입한 Wyko RST PLUS 간섭계와 같은 간섭계 또는 TENCOR 조도계를 사용하여 측정된다. 스크래치 감지는 또한 암시야 현미경 검사법에 의하여 측정될 수도 있다. 스크래치 길이는 원자력 현미경 검사법에 의하여 측정될 수 있다. 스크래치 및 결함이 없는 표면이 매우 바람직하다.

연마 용품 및 웨이퍼 표면 사이의 경계면 압력은 통상적으로 약 30 psi 미만, 바람직하게는 약 25 psi 미만, 더욱 바람직하게는 약 15 psi 미만이다. 본원 발명에 따른 방법에서 사용되는 연마 용품은 예시된 접촉면 압력에서 양호한 절삭 속도를 제공한다는 사실이 발견되었다. 또한, 평탄화 공정에서 2 이상의 가공 조건이 사용될 수 있다. 예를 들면, 제 1 가공 분획은 제 2 가공 분획 보다 높은 경계면 압력을 포함할 수 있다. 웨이퍼 및/또는 연마 용품의 회전 및 병진 속도는 평탄화 공정 도중에 변화할 수 있다.

웨이퍼 표면 가공은 바람직하게는 웨이퍼 표면의 조성에 기초하여 선택된 작업 액체의 존재하에서 수행된다. 몇몇 응용 분야에서, 작업 액체는 통상적으로 물을 포함하고, 이 물은 수돗물, 증류수 또는 탈염수일 수 있다.



작업 액체는 화학적 기계적 폴리싱 공정을 통하여 연마 용품과 조합하여 가공을 촉진한다. 폴리싱의 화학적 부분 동안에, 작업 액체는 외부의 또는 노출된 웨이퍼 표면과 반응할 수 있다. 이어서, 가공의 기계적 부분 동안에, 연마 용품이 이 반응 생성물을 제거할 수 있다. 금속 표면의 가공 도중에, 작업 액체는 산화 물질 또는 산화제와 같은 화학적 에칭제를 포함하는 수용액의 것이 바람직하다. 예를 들면, 구리의 화학적 폴리싱은 작업 액체의 산화제가 구리와 반응하여 산화 구리의 표면 층을 형성할 때 발생할 수 있다. 기계적 공정은 연마 용품이 이 산화 금속을 웨이퍼 표면으로부터 제거할 때 발생한다. 또 다른 한편으로, 금속이 초기에 기계적으로 제거되고 이어서 작업 유체의 구성 성분과 반응할 수 있다.

기타 유용한 화학적 에칭제는 복합체화제를 포함한다. 이러한 복합체화제는 복합체화제 및 웨이퍼 표면 사이의 화학적 상호작용이 연마 복합체의 기계적 작용에 의하여 보다 용이하게 제거되는 층을 생성시키는 점에서 앞서 기재한 산화제와 유사한 방식으로 기능할 수 있다.

웨이퍼가 구리를 포함하는 경우, 콤스(Coombs)의 문헌[Printed Circuits Handbook, 4<sup>th</sup> Ed]에 기재된 바와 같이 특정 구리 에칭제가 사용될 수 있다. 화학적 에칭제는 통상적으로 산과 함께 또는 산 없이 산화제를 함유한다. 적절한 화학적 에칭제는 황산, 과산화 수소, 염화 제2구리, 암모늄의 퍼셀레이트, 니트륨 및 칼륨의 퍼셀레이트, 염화 제2철, 크롬-황산, 포타슘 페리시아나이드, 질산 및 이들의 조합을 포함한다. 적절한 복합체화제의 예는 염화암모늄 및 기타 암모늄 염 및 첨가제를 포함한 수산화 암모늄과 같은 염기성 암모니아, 탄산 암모늄, 질산 제2철 및 이들의 조합을 포함한다. 다양한 첨가제가 안정성, 표면 처리, 또는 에칭 속도 조절제를 위하여 첨가될 수 있다. 몇몇 첨가제가 등방성 에칭(즉, 모든 방향에서 동일한 에칭 속도 및 제거 속도)을 제공하는 것으로 공지되어 있다.

작업 유체에 포함될 수 있는 적절한 산화제 또는 표백제는 페리시아나이드, 암모늄 페릭 EDTA, 암모늄 페릭 시트레이트, 페릭 시트레이트, 암모늄 페릭 옥살레이트, 큐프릭 시트레이트, 큐프릭 옥살레이트, 큐프릭 글루코네이트, 큐프릭 글리시네이트, 큐프릭 타르테레이트 등과 같은 전이 금속 착화합물을 포함한다 (여기에서, 복합체화제는 통상적으로 다자리성(multidentate) 아민, 카르복실산 또는 이 둘의 조합)이다. 수 많은 배위 화합물이 코튼(Cotton) & 윌킨슨(Wilkinson)의 문헌[Advanced Inorganic Chemistry 5<sup>th</sup> Ed]에 기재되어 있다. 구리 금속 및/또는 산화 구리의 산화에 적합한 산화력을 가진 이들 화합물이 바나듐, 크롬, 망간, 코발트, 몰리브덴 및 텅스텐을 포함하는 배위 화합물로서 사용될 수 있다.

기타 적절한 산화제는 할로겐의 옥소산 및 알칼리 금속 염과 같은 그들의 염을 포함한다. 이러한 산이 코튼(Cotton) & 윌킨슨(Wilkinson)의 문헌[Advanced Inorganic Chemistry 5<sup>th</sup> Ed]에 기재되어 있다. 이러한 산의 음이온은 통상적으로 염소, 브롬 또는 요오드와 같은 할로겐 원자를 함유한다. 이들 할라이드는 1, 2, 3 또는 4 개의 산소 원자에 결합된다. 예는 염소산(HOClO<sub>2</sub>), 아염소산(HOClO), 차아염소산(HOCl) 및 각각의 나트륨 염을 포함한다. 예를 들면, 염소산 나트륨, 아염소산 나트륨 및 차아염소산 나트륨이 있다. 유사한 브롬 및 요오드의 유사체가 공지되어 있다.

구리를 함유하는 웨이퍼의 가공을 위하여, 바람직한 산화제는 질산, 과산화 수소 및 포타슘 페리시아나이드를 포함한다. 기타 적절한 산화제가 웨스트(West) 등의 문헌[Copper and Its Alloys(1982)], 및 라이트하이저(Leidheiser)의 문헌[The Corrosion of Copper, Tin, and Their Alloys(1971)]에 기재되어 있다. 탈염수내의 산화제 농도는 통상적으로 약 0.01 내지 50중량%, 바람직하게는 0.02 내지 40중량%이다.

구리 금속의 산화 및 용해는 구리에 대한 리간드 및/또는 킬레이트화제인 복합체화제의 첨가에 의하여 촉진될 수 있다. 이러한 화합물은 일반적으로 Cotton & Wilkins의 문헌, 및 하타웨이(Hathaway)의 문헌[Comprehensive Coordination Chemistry, Vol. 5], 윌킨슨(Wilkinson), 빌라드(Billard), 맥클레버티(McCleverty)의 문헌에 기재되어 있는 바와 같이 구리와 결합하여 구리 금속 또는 산화 구리의 용해도를 증가시킬 수 있다. 작업 액체 내에 첨가되거나 사용될 수 있는 적절한 첨가제는 암모니아, 아민, 할라이드, 수도할라이드, 카르복실레이트, 티올레이트, 및 기타 소위 리간드들과 같은 1 자리성 복합체화제를 포함한다. 작업 액체에 첨가될 수 있는 기타 첨가제는 통상적으로 다자리 아민 및 다자리 카르복실산과 같은 다자리 복합체화제를 포함한다. 적절한 다자리 아민은 에틸렌디아민, 디에틸렌트리아민, 트리에틸렌테트라아민, 또는 이들의 조합을 포함한다. 적절한 다자리 카르복실산 및/또는 그들의 염은 구연산, 타르타르산, 옥살산, 글루콘산, 니트릴아세트산, 또는 이들의 조합을 포함한다. 2 개의 1 자리성 및 다 자리성 복합체화제의 조합은 글리신과 같은 아미노산 및 EDTA-에틸렌디아민테트라아세트산 및 그의 수많은 유사체와 같은 통상의 분석적 킬레이트화제를 포함한다.

부가적인 킬레이트화제는 폴리포스페이트, 1,3-디케톤, 아미노알코올, 방향족 헥세로시클릭 염기, 페놀, 아미노페놀, 옥심, 시프(Schiff) 염기 및 황화합물을 포함한다.

유사하게 구리를 함유하는 웨이퍼의 가공을 위하여, 바람직한 복합체화제로는 수산화 암모늄 및 탄산암모늄이 있다. 탈염수 내의 복합체화제의 농도는 통상적으로 약 0.01 내지 50중량%, 바람직하게는 0.02 내지 40중량%이다. 복합체화제는 산화제와 조합될 수 있다. 기타 적절한 복합체화제는 웨스트(West) 등의 문헌[Copper and Its Alloys(1982)] 및 라이트하이저(Leidheiser)의 문헌[The Corrosion of Copper, Tin and Their Alloys(1971)]에 기재되어 있다.

구리 및 그 합금이 그들의 우수한 내부식성 때문에 다양한 분야 및 용도에 사용된다. 용액과 접촉하는 구리 표면의 성질은 구리의 전기화학적 전위뿐만 아니라 용액의 pH에도 관련이 있다. 낮은 pH 및 높은 pH에서 구리는 부식되는 경향이 있다. 중성 pH 근방 및 약간 염기성 pH에서, 구리는 산화구리 코팅에 의하여 부동태화된다(이러한 코팅은 산화제1구리 및 산화 제2구리일 수 있다). 연마 표면 처리의 기술 분야에 잘 공지되어 있는 바와 같이, 표면(금속 또는 산화 금속)의 성질은 연마 작용에 현저한 영향을 미친다. 따라서, 폴리싱 용액의 pH는 부식방지제 및/또는 부동태화제로서 작용할 수 있는 첨가제와 같이 중요하다.

완충액이 작업 액체의 pH를 조절하기 위하여 사용될 수 있고, 이에 의하여 평균액(물)초 1 첨가에 의한 다소의 희석에 기인한 pH 변화 및/또는 소스(source)에 따른 탈염수의 pH 차이를 감소시킬 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, pH는 구리 표면의 성질 및 구리 제거 속도에 현저한 영향을 미칠 수 있다. 가장



바람직한 완충액은 반도체와 양립가능하고, 후-CMP 세척은 또한 알칼리 금속과 같은 잠재적 전위 불순물을 감소시킬 필요가 있다. 또한, 가장 바람직한 완충액은 pH 범위를 산성으로부터 중성에 가까운 염기성까지 걸쳐 조절할 수 있는 것이다. 다양성자성산이 완충액으로서 작용하고, 수산화 암모늄에 의하여 완전히 또는 부분적으로 중성화되어 암모늄 염을 형성하는 경우, 그들은 인산-암모늄 포스페이트, 폴리인산-암모늄 폴리포스페이트, 붕산-암모늄 테트라보레이트, 붕산-암모늄 펜타보레이트의 시스템을 포함하는 바람직한 대표적 예들이다.

기타 트리- 및 폴리양성자성 프로톨라이트(protolyte) 및 그들의 염, 특히 암모늄 염이 바람직하다. 이들은 모두가 7 보다 큰  $K_a$ 를 1 이상 가지는 하기의 프로톨라이트를 기재로하는 암모늄 이온 완충액 시스템을 포함할 수 있다: 아스파르트산, 글루탐산, 히스티딘, 리신, 아르기닌, 오르니틴, 시스틴, 티로신, 및 카르노신.

금속을, 특히 강철 및 도금된 강철을 부식 방지제가 널리 알려져 있다. 구리용 부식 방지제는 종종 부식 방지제에 관한 일반적인 서적에 기재되어 있지 않고, 더욱 특별한 기술을 포함한다. 가장 잘 알려지고 가장 널리 사용되는 구리용 부식 방지제는 벤조트리아졸 및 톨릴트리아졸과 같은 아릴 유도체로서 공지된 그의 유도체이다. 구리는 특히 중성 또는 약간 염기성 pH에서 산화 제2구리에 의하여 어느 정도 부동태화되는 것으로 알려져 있다. 또한, 포스페이트는 마연 및 강철용 코팅을 부동태화하는 것으로 알려져 있다. 부동태화의 첨가는 연마 용품과 아직 접촉하지 않은 금속 영역이 에칭제에 의하여 조기에 과도하게 제거되는 것으로 부터 보호하거나 또는 산화제가 노출된 금속 표면과 반응하는 정도를 조절할 수 있다. 부동태제의 일 예는 벤조트리아졸이다. 기타 부동태제가 라이트하이저(Leidheiser)의 문헌(The Corrosion of Copper, Tin and Their Alloys(1971), pp 119-123)에 기재되어 있다. 부동태제의 양 및 형태는 의도한 평탄화 기준(절삭 속도, 표면 최종처리 및 평탄도)에 부분적으로 의존한다. 작업 액체는 또한 표면활성제, 완충액, 부식 방지제, 윤활제, 세제 등을 포함할 수 있다. 이러한 첨가제는 하부에 위치한 반도체 웨이퍼 표면에 해를 끼치지 않으면서 의도하는 것들을 제공하도록 선택된다. 예를 들면, 윤활제는 평탄화 도중에 연마 용품 및 반도체 웨이퍼 표면 사이의 마찰을 감소시킬 목적으로 작업 액체에 포함될 수 있다.

무기 입자들도 작업 액체 내에 포함될 수 있다. 이들 무기 입자들은 절삭 속도에 도움이 될 수 있다. 이러한 무기 입자들의 예는 실리카, 지르코니아, 탄산칼슘, 코로미아, 산화 세륨, 세륨염(예를 들면, 질산세륨), 석류석, 실리케이트 및 이산화티탄을 포함한다. 이러한 무기 입자의 평균 입도는 약 1,000 앙스트롬 미만, 바람직하게는 약 500 앙스트롬 미만 및 더욱 바람직하게는 약 250 앙스트롬 미만이다.

입자가 작업 액체에 첨가될 수 있지만, 바람직한 작업 액체는 본질적으로 무기 입자(예를 들면, 연마 용품에 수반되지 않는 성긴 연마 입자)를 함유하지 않는다. 바람직하게는, 작업 액체는 1중량% 미만, 바람직하게는 0.1중량% 미만 및 더욱 바람직하게는 0중량%의 무기 입자를 함유한다.

적절한 일 작업 액체는 킬레이트화제, 산화제, 이온성 완충액, 및 부동태제를 포함한다. 이러한 작업 액체는 중량%로 3.3%의 과산화수소, 93.1%의 물, 3.0%의  $(NH_4)_2HPO_4$ , 0.5%의  $(NH_4)_2$ ,의 시트레이트 및 0.1%의 1-H-벤조트리아졸을 포함할 수 있다. 통상적으로, 용액은 구리 웨이퍼 폴리싱 용으로 사용된다. 또 다른 적절한 작업 액체는 산화제, 산, 및 부동태제를 포함한다. 이러한 작업 액체는 중량%로 기준으로 15.0%의 과산화 수소, 0.425%의 인산, 0.2%의 1-H-벤조트리아졸, 및 나머지 백분을 만큼의 물을 포함할 수 있다.

작업 액체의 양은 바람직하게는 표면으로부터 금속 및 금속 산화물의 퇴적물을 제거를 촉진하기에 충분하다. 많은 경우에, 염기성 작업 액체 및/또는 화학적 에칭제로부터 충분한 액체가 존재한다. 그러나, 몇몇 경우에 제1 작업 액체 이외에 평탄화 경계면에 존재하는 제2 액체를 가지는 것이 바람직하다. 이러한 제2 액체는 제1 액체와 동일하거나 상이할 수 있다.

#### <연마 용품>

연마 용품은 바람직하게는 장시간 지속되고, 예를 들면 연마 용품은 2 이상, 바람직하게는 5 이상, 더욱 바람직하게는 20 이상 및 가장 바람직하게는 30 이상의 상이한 웨이퍼의 연마를 완수할 수 있어야 한다. 연마 용품은 바람직하게는 양호한 절삭 속도를 제공하여야 한다. 또한, 연마 용품은 바람직하게는 허용 가능한 평탄도, 표면 마감 처리 및 최소의 디싱(dishing)을 가지는 반도체 웨이퍼를 제공할 수 있다. 연마 용품을 제조하기 위하여 사용된 물질, 의도한 텍스처 및 공정은 모두 이러한 기준이 모두 만족되었는지 여부에 영향을 준다.

일반적으로, 연마 용품은 받침을 함유할 수 있다. 연마 용품은 바인더 내에 분리되어 받침에 고정, 정착 또는 결합된 텍스처된 3-차원 연마 복합체를 형성한다. 임의적으로, 연마 용품은 분리된 받침을 가질 필요가 없다.

본원에 기재된 발명에 사용된 연마 용품에서, 연마 복합체는 "3차원"이어서 수많은 연마 입자가 적어도 연마 용품의 두께 부분을 따라 존재한다.

연마 용품은 또한 그에 수반되는 "텍스처"를 가진다(즉, 그것은 "텍스처된" 연마 용품이다). 이는 도 4에 도시된 연마 용품 및 상기의 기재를 참조하여 이해할 수 있다(여기에서, 피라미드 형 복합체가 용기 부위이고 피라미드 상이의 끝이 합물 부분이다).

합물 부분은 작업 액체가 웨이퍼 표면 전체에 분산되는 것을 촉진하는 통로로서 작용할 수 있다. 합물 부분은 또한 웨이퍼 및 연마 용품 경계면으로부터 마모된 연마 입자 및 기타 부스러기를 제거하는 것을 촉진하는 통로로서 작용할 수 있다. 합물 부분은 또한 본 기술 분야에 "스티션(stiction)"으로 공지된 현상을 방지할 수 있다. 연마 복합체가 텍스처되지 않고 평탄한 경우, 연마 용품은 웨이퍼 표면에 정착되어 쌓이는 경향이 있다. 최종적으로, 합물 부분은 연마 용품의 용기된 부분에 높은 유닛 압력을 유발하고, 따라서 연마 표면으로부터 떨어져 나온 연마 입자를 제거하고, 새로운 연마 입자를 노출시키는 데 도움을 준다.

본원 발명의 연마 용품은 원형일 수 있다(예를 들면, 연마 원판의 형태). 원형 연마 원판의 외부 모서리

는 바람직하게는 평활하거나 또는 가리비 모양일 수 있다. 연마 용품은 타원의 형태이거나 또는 삼각형, 사각형, 직사각형 등의 임의의 다각형 형태일 수 있다. 대안적으로, 연마 용품은 또 다른 실시태양에서 별트형일 수 있다. 연마 용품은 통상적으로 연마 기술 분야에서 연마 테이프 로울로서 언급되는 로울 형태로 제공될 수 있다. 일반적으로, 연마 테이프 로울은 변형 공정 도중에 지정될 것이다. 연마 용품은 천공되어 사용 전후 또는 도중에 연마 코팅 및/또는 받침을 통하여 액체 매질이 투과되도록 개구를 제공할 수 있다.

#### <받침>

연마 용품은 받침을 포함할 수 있다. 받침은 두께가 매우 균일한 것이 바람직하다. 받침의 두께가 충분히 균일하지 않은 경우, 웨이퍼의 균일성에 많은 변화를 초래할 수 있다. 가요성 받침 및 보다 단단한 받침을 포함하는 다양한 받침 물질이 이러한 목적에 적합하다. 가요성 연마 받침의 예는 중합체 필름, 전처리된 중합체 필름, 금속 포일, 옷감, 종이, 가황 섬유, 부직물 및 이들의 처리된 제품 및 이들의 조합을 포함한다. 바람직한 일 형태의 받침은 중합체 필름이다. 이러한 필름의 예는 폴리에스테르 필름, 폴리에스테르 및 코-폴리에스테르 필름, 미세공극 폴리에스테르 필름, 폴리이미드 필름, 폴리이미드 필름, 폴리비닐 알코올 필름, 폴리프로필렌 필름, 폴리에틸렌 필름 등을 포함한다. 중합체 필름 받침의 두께는 일반적으로 약 20 내지 1,000 마이크로미터 사이, 바람직하게는 50 내지 500 마이크로미터 사이 및 더욱 바람직하게는 60 내지 200 마이크로미터 사이의 범위이다.

중합체 필름 받침 및 바인더 사이에 양호한 점착이 존재하여야 한다. 많은 경우, 중합체 필름 받침의 표면에 코팅된 연마 복합체는 점착성을 개선시키기 위하여 전처리된다. 전처리제는 표면 변형 또는 화학적-형태의 전처리제의 적용을 수반한다. 표면 변형의 예는 코로나 처리, 자외선 처리, 전자방 처리, 화염 처리 및 표면 면적을 증가시키기 위한 스카핑(scuffing)을 포함한다. 화학적-형태의 전처리제는 미국특허 제3,188,265호에 보고된 폴리비닐리덴 클로리드 및 에틸렌 아크릴산 공중합체, 미국특허 제4,906,523호에 보고된 콜로이드성 분산질, 및 미국특허 제4,749,617호에 보고된 아지리딘-형태 물질을 포함한다. 적절한 대체적 받침은 염보상된 중합체 필름(예를 들면, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리카르보네이트, 폴리이미드, 폴리프로필렌, 또는 폴리에틸렌 필름) 또는 염보상된 셀룰로오스 받침(예를 들면, 종이 또는 기타 부직 셀룰로오스 물질)을 포함한다. 염보상된 받침은 또한 비-염보상된 물질에 적용되어 받침을 형성할 수 있다. 염보상 패턴은 임의의 텍스처일 수 있다. 예를 들면, 패턴은 구, 피라미드, 절두된 피라미드, 원뿔, 입방체, 볼록, 기둥 등의 절두체 형태일 수 있다. 패턴은 또한 육각형의 배열, 봉우리 또는 격자일 수 있다. 프리즘과 같은 기하학적 형태로 제조된 봉우리 일 수도 있다.

또 다른 대체적 받침은 발포체 받침일 수 있다(예를 들면, 폴리우레탄 발포체와 같은 중합체 발포체). 연마 복합체를 서브패드의 정면에 직접 적용하는 것도 본원 발명의 범위내에 포함된다. 따라서, 연마 복합체는 서브패드에 직접 결합된다.

감압 점착제가 받침의 비연마 면에 적용될 수 있다. 감압 점착제는 받침의 이면 상에 직접 코팅될 수 있다. 다른 한편으로, 감압 점착제는 받침의 이면에 적용된 이송(transfer) 테이프일 수 있다. 본원 발명의 또 다른 관점에서, 발포체 기재가 받침에 적용될 수 있다.

#### <연마 입자>

연마 복합체는 연마 입자 및 바인더를 포함한다. 바인더는 연마 입자를 연마 용품에 고정시켜서 웨이퍼 변형 공정 도중에 연마 입자가 용이하게 연마 용품으로부터 분리되는 것을 방지한다. 연마 입자는 바인더 내에 균일하게 분산될 수 있거나 또는 대안적으로 연마 입자가 비-균일하게 분산될 수 있다. 용어 "분산된" 바인더 전체를 통하여 분포된 연마 입자를 의미한다. 일반적으로 연마 입자는 균일하게 분산되어서 생성된 연마 코팅이 더 일관된 변형 공정을 제공하는 것이 바람직하다.

웨이퍼 표면의 변형 또는 정제용으로 미세한 연마 입자가 바람직하다. 연마 입자의 평균 입도는 약 0.001 내지 50 마이크로미터 사이, 통상적으로 0.01 내지 10 마이크로미터 사이의 범위일 수 있다. 평균 입도가 약 5 마이크로미터 미만, 더욱 바람직하게는 약 3 마이크로미터 미만인 것이 바람직하다. 몇몇 예에서, 평균 입도는 약 0.5 마이크로미터 또는 심지어 약 0.3 마이크로미터이다. 연마 입자의 입도는 통상적으로 연마 입자의 가장 긴 길이에 의하여 결정된다. 대부분의 모든 경우에서, 입도의 범위 또는 분포가 존재할 것이다. 몇몇 예에서, 입도 분포는 엄격히 조절되어서 생성된 연마 입자가 웨이퍼 표면 상에 매우 일관된 표면 마감처리를 제공하도록 하는 것이 바람직하다. 연마 입자는 연마 덩어리의 형태로 존재할 수도 있다. 덩어리 내의 연마 입자는 응집 바인더에 의하여 서로 결합되어 있을 수 있다. 대안적으로, 연마 입자는 입자내 인력에 의하여 서로 결합될 수 있다.

적절한 연마 입자의 예는 용융된 산화 알루미늄, 열처리된 산화 알루미늄, 백색 용융 산화 알루미늄, 다공성 알루미늄, 전이 알루미늄, 지르코니아, 산화 주석, 산화 세륨, 용융 알루미늄 지르코니아, 또는 알루미늄-기재 풀 질 유도 연마 입자를 포함한다. 알루미늄 연마 입자는 산화 금속 변형제를 함유할 수 있다. 알루미늄-기재 풀 질 유도 연마 입자는 미국특허 제4,314,827호, 동 제4,623,364호, 동 제4,744,802호, 동 제4,770,671호 및 동 제4,881,951호에서 기재되어 있다.

알루미늄을 함유하는 웨이퍼 표면용으로 바람직한 연마 입자는 알파 알루미늄, 카이 알루미늄, 및 기타 전이 알루미늄이다. 구리를 함유하는 반도체 웨이퍼용으로 바람직한 연마 입자는 알파 알루미늄이다. 알파 알루미늄 연마 입자는 용융된 산화 알루미늄 연마 입자일 수 있다. 바람직한 미세 알파 알루미늄 입자 형태는 내부 세공을 가지는 미세한 알파 알루미늄 입자이다. 세공성 알루미늄 입자는 통상적으로 세공성 전이 알루미늄 입자를 그것이 알파 형태로 전환되는 온도에서 짧은 시간동안 가열하여 형성된다. 이러한 알파 알루미늄 변형은 항상 현저한 표면 면적의 감소를 수반하지만, 알파 알루미늄 입자가 짧은 시간동안에 전환 온도에 노출되는 경우 생성되는 입자는 내부 세공을 함유할 것이다. 이들 입자의 세공 또는 공극은 전이 알루미늄 입자 보다 매우 거칠다. 전이 알루미늄의 경우에 세공 직경이 약 1 내지 약 30 nm의 범위인데 반하여, 세공성 알파 알루미늄 입자의 세공은 약 40 내지 약 200 nm의 범위에 있다. 이러한 알파 알루미늄으로의 변환에 용하는 시간은 알루미늄의 순도, 및 전이 알루미늄의 입도 및 결정화도에 따라 다르다. 일반적으로, 전이 알루미늄은 수 십초 내지 수 분 동안 1,000 내지 1400°C 범위의 온도에서 가열된다. 이러한 변환 공정의 설명이 Alcoa Company of America가 간행한 웨퍼(Wefers) 등의 문헌

[Oxides and Hydroxides of Aluminum(1987)]에 보고되어 있다. 1 마이크로미터 미만의 알파 알루미늄은 연마 입자의 상업적 소스는 Praxair Surface Technologies(Indianapolis, IN)로부터 상업적으로 구입가능하다. 카이 알루미늄 입자는 알루미늄 3수화물과 같은 알루미늄 수화물을 하소하여 형성되는 세공성 카이 알루미늄 입자일 수 있다. 알루미늄 3수화물 연마 입자의 상업적 소스는 Huber Engineered Minerals(Norcross, GA)이다. 산화 세를 연마 입자는 Rhone Poulenc, Shelton(CT), Transelco(New York), Fujimi(Japan), Molycorp(Fairfield, NJ), American Bar Ox(Chaveton City, MA), Nanophase(Burr Ridge, IL)에서 구입할 수 있다. 알루미늄의 소스는 Alcan Chemicals, Alcan Aluminum Corporation(Cleveland, OH) 및 Condea Chemie GmbH(Hamburg, Germany)이다. 산화 세를 연마 입자는 본질적으로 변형제 또는 도장제(예를 들면, 기타 산화 금속)가 존재하지 않거나 또는 변형제 및/또는 도장제(예를 들면, 기타 산화 금속)를 함유할 수 있다. 몇몇 예에서, 이들 금속 산화물은 산화 세를과 반응할 수 있다. 산화 세를을 2 이상의 산화 금속 변형제와 조합하여 사용하는 것도 가능하다. 이들 금속 산화물은 산화 세를과 반응하여 반응 생성물을 형성할 수 있다.

연마 용품은 또한 2 이상의 상이한 형태의 연마 입자를 함유할 수 있다. 연마 입자는 상이한 경도의 것일 수 있다. 2 이상의 상이한 연마 입자의 혼합물에서, 개개의 연마 입자는 동일한 평균 입도를 가지거나 또는 상이한 평균 입도를 가질 수 있다.

몇몇 예에서, 연마 입자의 표면을 첨가제로 변형 또는 처리하는 것이 바람직하다. 이들 첨가제는 연마 입자의 바인더 전구체 내에서의 분산도를 개선시킬 수 있고/또는 바인더 전구체 및/또는 바인더에 대한 접착을 개선시킬 수 있다. 연마 입자 처리는 또한 처리된 연마 입자의 절삭 특성을 변경 또는 개선시킬 수 있다. 부가적인 처리는 또한 바인더 전구체/연마 용품 슬러리의 점성을 실질적으로 낮출 수 있다. 낮은 점성은 또한 높은 백분율의 연마 입자가 바인더 전구체 및 연마 용품으로 형성된 연마 슬러리내에 포함되게 해준다. 표면 처리의 또다른 잠재적 잇점은 연마 입자의 응집을 최소화하는 것이다. 적절한 표면 변형 첨가제의 예는 습윤제(때때로 표면 활성제를 지칭) 및 결합제를 포함한다. 결합제는 바인더 및 연마 입자 사이에 연결 다리를 제공할 수 있다. 적절한 결합제의 예는 실란, 티타네이트 및 지르코알 루미네이트를 포함한다. 상업적으로 입수 가능한 결합제의 예는 OSI Specialties, Inc.(Danbury, CT)의 "A174" 및 "A1230"를 포함한다. 산화 세를 입자에 대한 이러한 결합제의 또 다른 예로는 미소포로프 트 리이소스테로일 티타네이트가 있다. 상업적으로 습윤제의 예로는 Byk Chemie(Wallington, CT)의 Disperbyk 111 및 ICI America Inc.(Wilmington, DE)의 FP4가 있다. 이들 표면 처리를 연마 용품에 포함시키는 다양한 방법이 있다. 예를 들면, 표면 처리제는 연마 용품의 제조 도중에 연마 슬러리에 직접 첨가될 수 있다. 또 다른 부류에서, 표면 처리제는 연마 슬러리에 포함되기 전에 연마 입자의 표면에 적용될 수 있다.

#### <충진제 입자>

연마 복합체는 임의적으로 충진제 입자를 함유할 수 있다. 충진제는 연마 복합체의 침식도를 변경시킬 수 있다. 몇몇 예에서 적절한 충진제 및 양으로, 충진제는 연마 복합체의 침식도를 감소시킬 수 있다. 역으로, 몇몇 예에서, 적절한 충진제 및 양으로, 충진제는 연마 복합체의 침식도를 증가시킬 수 있다. 충진제는 또한 연마 복합체의 비용을 감소시키고, 슬러리의 유동학 특성을 변경시키고/또는 연마 복합체의 연마 특성을 변경시키도록 선택될 수 있다. 충진제는 통상적으로 의도하는 변형 기준에 유해한 영향을 끼치지 않도록 선택된다. 분원 발명의 유용한 충진제의 예는 알루미늄 3 수화물, 마그네슘 실리케이트, 열가소성 입자 및 열경화성 입자를 포함한다. 기타 보충적인 충진제는 무기 염, 황, 유기 황 화합물, 그래파이트, 질화 붕소, 및 금속성 황화물을 포함한다. 이들 충진제의 예는 일부 유용한 충진제의 대표예를 나타내는 것으로서 모든 유용한 충진제를 포함하는 것은 아니다. 몇몇 예에서, 2 이상의 상이한 입도의 충진제의 혼합물을 사용하는 것이 바람직하다. 충진제는 이퀀트(equant) 또는 침상형이다. 충진제는 연마 입자에 대하여 상기에 기재한 바와 같이 표면 처리하여 제공될 수 있다. 충진제는 노출된 표면의 과도한 스크래칭을 유발하지 않아야 한다.

#### <바인더>

반도체의 노출된 웨이퍼 표면은 바인더 내에 분산된 다수의 연마 입자를 함유하는 연마 용품에 의하여 변형된다. 바인더의 구체적인 화학은 연마 용품의 실제 사용에 중요하다. 예를 들면, 바인더가 "너무 단단한" 경우, 생성되는 연마 용품은 노출된 금속 표면에 깊고 허용할 수 없는 스크래치를 생성시킬 수 있다. 역으로, 바인더가 "너무 무르면" 생성되는 연마 용품은 변형 공정 도중에 충분한 금속 절삭 속도를 제공할 수 없거나 또는 불량한 용품 내구성을 가질 수 있다. 따라서, 바인더는 연마 용품의 의도한 특성을 제공하도록 선택된다.

바람직한 바인더는 유리 라디칼 경화성 바인더 전구체이다. 이들 바인더는 열에너지 또는 조사 에너지에 노출시 신속하게 중합될 수 있다. 유리 라디칼 경화성 바인더 전구체의 바람직한 일 서브세트는 이중결합으로 불포화된 바인더 전구체를 포함한다. 이러한 이중 결합으로 불포화된 바인더 전구체는 펜던트(pendant) 알파, 베타 불포화 카르보닐기를 가지는 아미노플라스트 단량체 또는 올리고머, 이중결합으로 불포화된 단량체 또는 올리고머, 아크릴화 이소시아우레이트 단량체, 아크릴화 우레탄 올리고머, 아크릴화 에폭시 단량체 또는 올리고머, 이중결합으로 불포화된 단량체 또는 화석제, 아크릴레이트 분산질 및 이들의 혼합물을 포함한다. 용어 아크릴레이트는 아크릴레이트 및 메타크릴레이트 모두를 포함한다.

본원 발명의 연마 용품용 바인더는 바람직하게는 유기 바인더 전구체로부터 형성된다. 바인더 전구체는 바람직하게는 충분히 유동적이어서 코팅되고 이어서 교체될 수 있다. 교체화는 경화(예를 들면, 중합 및/또는 가교 결합) 및/또는 건조(액체의 제거) 또는 단순한 냉각에 의하여 수행될 수 있다. 바인더 전구체는 유기 용매를 매개(solvent-borne)로 하거나, 물을 매개(water-borne)로 하거나, 또는 100% 고체(즉 실질적으로 용매 부재) 조성물일 수 있다. 열가소성 및 열경화성 중합체 또는 물질 및 이들의 조합이 바인더 전구체로서 사용될 수 있다.

많은 경우에, 연마 복합체는 연마 입자 및 바인더 전구체의 혼합물의 슬러리로 부터 형성된다. 연마 복합체는 약 1 내지 95 중량부 사이의 연마 입자 및 약 5 내지 99 중량부 사이의 바인더를 포함할 수 있다. 바람직하게는 연마 복합체는 약 30 내지 85 중량부의 연마 입자 및 약 15 내지 70 중량부의 바인더를 포

합한다. 유사하게, 연마 복합체는 연마 복합체의 부피를 기준으로 하여 0.2 내지 0.8 부피부의 연마 입자 및 0.2 내지 0.8 부피부의 바인더 전구체를 포함할 수 있다. 이러한 부피비는 연마 입자 및 바인더 전구체를 기준으로 하고 방청 또는 임의적인 충전제 또는 첨가제의 부피 기여를 포함하지 않는다.

바인더 전구체는 바람직하게는 경화성 유기 물질이다(즉, e-빔, 자외선, 가시광선과 같은 열 및/또는 기타 에너지원에 노출시 또는 화학적 촉매, 습기, 또는 중합체의 경화 또는 중합을 초래하는 기타 제제의 첨가시 중합 및/또는 가교결합될 수 있는 중합체 또는 물질). 바인더 전구체에는 에폭시 중합체, 알릴화 우레아-포름알데히드 중합체, 알라민-포름알데히드 중합체 및 알릴화 벤조구아나민-포름알데히드 중합체와 같은 아미노 중합체 또는 아미노플라스티크 중합체, 비닐 아크릴레이트, 아크릴화 에폭시, 아크릴화 우레탄, 아크릴화 폴리에스테르, 아크릴화 폴리에테르, 비닐 에테르, 아크릴화 오일 및 아크릴화 실리콘과 같은 아크릴레이트 및 메타아크릴레이트를 포함하는 아크릴레이트 중합체, 우레탄 알카이드 중합체와 같은 알카이드 중합체, 폴리에스테르 중합체, 반응성 우레탄 중합체, 레올 및 노볼락 중합체와 같은 페놀성 중합체, 페놀성/라텍스 중합체, 비페놀 에폭시 중합체와 같은 에폭시 중합체, 이소시아네이트, 이소시아우레이트, 알릴알콕시실란 중합체를 포함하는 폴리실록산 중합체, 또는 반응성 비닐 중합체를 포함한다. 중합체는 단량체, 올리고머, 중합체 또는 이들의 조합일 수 있다.

바람직한 아미노 플라스티크 바인더 전구체는 분자 또는 올리고머 당 1 이상의 펜던트 알파, 베타-불포화 카르보닐기를 가진다. 이들 중합체 물질은 미국특허 제4,903,440호(Larson et al.) 및 동 제5,236,472호(Kirk et al.)에 더 기재되어 있다.

이중결합으로 불포화된 바인더 전구체는 탄소 원자, 수소 원자 및 산소 원자, 및 임의적으로 질소 및 할로겐 원자를 함유하는 단량체 및 중합체 화합물 양자를 포함한다. 산소 또는 질소 또는 양자 모두가 일 반적으로 에테르, 에스테르, 우레탄, 아마이드 및 우레아기 내에 존재한다. 이중결합으로 불포화된 단량체는 1 관능성, 2 관능성, 3 관능성, 4 관능성 또는 이보다 높은 관능성일 수 있고, 아크릴레이트 및 메타아크릴레이트-기재 단량체 모두를 포함한다. 적절한 이중결합으로 불포화된 화합물은 바람직하게는 지방족 모노하이드록시기 또는 지방족 폴리하이드록시기를 함유하는 화합물과 아크릴산, 메타아크릴산, 이타콘산, 크로톤산, 이소크로톤산 또는 말레산과 같은 불포화 카르복시산의 반응으로부터 제조되는 에스테르이다. 이중결합으로 불포화된 단량체의 대표적 예는 메틸 메타아크릴레이트, 에틸 메타아크릴레이트, 스티렌, 디비닐 벤젠, 히드록시 에틸 아크릴레이트, 히드록시 에틸 메타아크릴레이트, 히드록시 프로필 아크릴레이트, 히드록시 프로필 메타아크릴레이트, 히드록시 부틸 아크릴레이트, 히드록시 부틸 메타아크릴레이트, 라우릴 아크릴레이트, 옥틸 아크릴레이트, 카프로락톤 아크릴레이트, 카프로락톤 메타아크릴레이트, 테트라하이드로푸릴 메타아크릴레이트, 시클로헥실 아크릴레이트, 스테아릴 아크릴레이트, 2-페녹시에틸 아크릴레이트, 이소옥틸 아크릴레이트, 이소보르닐 아크릴레이트, 이소데실 아크릴레이트, 폴리메틸렌 글리콜 모노아크릴레이트, 폴리프로필렌 글리콜 모노아크릴레이트, 비닐 톨루엔, 에틸렌 글리콜 디아크릴레이트, 폴리메틸렌 글리콜 디아크릴레이트, 에틸렌 글리콜 디메타아크릴레이트, 헥사디올 디아크릴레이트, 트리에틸렌 글리콜 디아크릴레이트, 2-(2-에톡시에톡시) 에틸 아크릴레이트, 프로폭살레이트 트리메틸을 프로판 트리아크릴레이트, 트리메틸프로판 트리아크릴레이트, 글리세롤 트리아크릴레이트, 펜타에리트리올 트리아크릴레이트, 펜타에리트리올 트리메타아크릴레이트, 펜타에리트리올 테트라아크릴레이트 및 펜타에리트리올 테트라메타아크릴레이트를 포함한다. 기타 이중 결합으로 불포화된 물질은 디알릴 프탈레이트, 디알릴 아디페이트, 또는 N,N-디알릴아디프타미드와 같은 카르복실산의 모노알릴, 폴리알릴 또는 폴리메탈릴 에스테르 및 아마이드를 포함한다. 기타 질소를 함유하는 이중 결합으로 불포화된 단량체는 트리스(2-아크릴옥시에틸) 이소시아우레이트, 1,3,5-트리(2-메틸아크릴옥시에틸)-s-트리아진, 아크릴아미드, 메틸아크릴아미드, N-메틸아크릴아미드, N,N-디메틸아크릴아미드, N-비닐피롤리돈, 또는 N-비닐피페리돈을 포함한다.

바람직한 바인더 전구체는 2 이상의 아크릴레이트 단량체의 혼합물을 함유한다. 예를 들면, 바인더 전구체는 3관능성 아크릴레이트 및 1관능성 아크릴레이트 단량체의 혼합물일 수 있다. 일 바인더 전구체에는 프로폭살화 트리메틸을 프로판 트리아크릴레이트 및 2(2-에톡시에톡시) 에틸 아크릴레이트의 혼합물이다. 다관능성 아크릴레이트 및 1관능성 아크릴레이트 중합체의 중량비는 약 1 내지 약 99 부 다관능성 아크릴레이트 대 약 10 내지 약 99 부 1관능성 아크릴레이트의 범위 내에 있을 수 있다.

예를 들면, 미국특허 제4,751,138호(Tumey et al.)에 기재된 바와 같은 아크릴레이트 및 에폭시 중합체의 혼합물로부터 바인더 전구체를 제조하는 것도 가능하다.

1. 이상의 펜던트 아크릴레이트기를 가지는 이소시아우레이트 유도체 및 1 이상의 펜던트 아크릴레이트기를 가지는 이소시아네이트 유도체를 포함하는 기타 바인더 전구체가 미국특허 제4,652,274호(Boettcher et al.)에 부가적으로 기재되어 있다. 바람직한 이소시아우레이트 물질은 트리스(히드록시 에틸)이소시아우레이트의 트리아크릴레이트이다.

기타 바인더 전구체는 디아크릴레이트 우레탄 및 히드록시 말단 이소시아네이트 연장 폴리에스테르 또는 폴리에테르의 폴리아크릴레이트 또는 폴리 메타아크릴레이트 우레탄 에스테르를 포함한다. 상업적으로 구입 가능한 아크릴화 우레탄은 "UVITHANE 782"의 상표로 Morton Chemical로부터 구입 가능한 것, UCB Radcure Specialties(Smyrna, GA)로부터 구입 가능한 "CMD 6600", "CMD 8400" 및 "CMD 8805", Henkel Corp.(Hoboken, NJ)로부터 구입 가능한 "PHOTOMER" 수지(예를 들면, PHOTOMER 6010), UCB Radcure Specialties로부터 구입 가능한 "EBECRYL 220"(6관능성 방향족 우레탄 아크릴레이트), "EBECRYL 284"(1,6-헥사디올 디아크릴레이트로 희석된 1200의 지방족 우레탄 디아크릴레이트), "EBECRYL 4827"(방향족 우레탄 디아크릴레이트), "EBECRYL 4830"(테트라에틸렌 글리콜 디아크릴레이트로 희석된 지방족 우레탄 디아크릴레이트), "EBECRYL 6602"(트리메틸올프로판 에폭시 트리아크릴레이트로 희석된 3관능성 방향족 우레탄 아크릴레이트), "EBECRYL 840"(지방족 우레탄 디아크릴레이트), 및 "EBECRYL 8402"(지방족 우레탄 디아크릴레이트), 및 Sartomer Co.(Exton, PA)로부터 구입 가능한 "SARTOMER" 수지(예를 들면, SARTOMER 9635, 9645, 9655, 963-B80, 966-A80, CH980M50 등)를 포함한다.

기타 바인더 전구체는 폴리아크릴레이트 또는 폴리에타아크릴레이트 에폭시 에스테르뿐만 아니라 비스페놀 A 에폭시 중합체와 같은 디아크릴레이트 에폭시 에스테르를 포함한다. 상업적으로 구입 가능한 아크릴화 에폭시는 UCB Radcure Specialties로부터 구입 가능한 "CMD 3500", "CMD 3600" 및 "CMD 3700"의 상표하에

것들을 포함한다.

기타 바인더 전구체는 아크릴화 폴리에스테르 중합체일 수도 있다. 아크릴화 폴리에스테르는 아크릴산과 2염기성산/지방족 디올-기재 폴리에스테르의 반응생성물이다. 상업적으로 구입가능한 아크릴화 폴리에스테르는 Henkel Corp.로부터 구입 가능한 "PHOTOMER 5007" (6관능성 아크릴레이트), 및 "PHOTOMER 5018" (4관능성 테트라아크릴레이트) 및 UCB Radcure Speciaties로부터 구입 가능한 "EBECRYL 80" (4관능성 변형 폴리에스테르 아크릴레이트), "EBECRYL 450" (지방산 변형 폴리에스테르 헥사아크릴레이트) 및 "EBECRYL 630" (6관능성 폴리에스테르 아크릴레이트) 상표에 의하여 표시되는 공지된 것들을 포함한다.

또 다른 바람직한 바인더 전구체는 이중결합으로 불포화된 올리고머 및 단량체의 혼합물이다. 예를들면, 바인더 전구체는 아크릴레이트 관능성 우레탄 올리고머 및 1 이상의 1관능성 아크릴레이트 단량체의 혼합물을 포함할 수 있다. 이러한 아크릴레이트 단량체는 5관능성 아크릴레이트, 4관능성 아크릴레이트, 3관능성 아크릴레이트, 2관능성 아크릴레이트, 1관능성 아크릴레이트 중합체 또는 이들의 조합일 수 있다.

바인더 전구체는 미국특허 제5,378,252호(Follensbee)에 기재된 것과 유사한 아크릴레이트 분산질일 수도 있다.

열경화성 바인더 이외에, 열가소성 바인더가 사용될 수도 있다. 적절한 열가소성 바인더는 폴리아미드, 폴리메틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리테트라메이드, 폴리술폰, 폴리스티렌, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 블록 공중합체, 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체, 스티렌-아소프렌-스티렌 블록 공중합체, 아세탈 중합체, 폴리염화비닐 및 이들의 조합을 포함한다.

임의적으로 열경화성 수지와 혼합된 수용성 바인더 전구체가 사용될 수 있다. 수용성 바인더 전구체의 예는 폴리비닐 알코올, 가죽 아교, 또는 히드록시프로필메틸셀룰로오스, 메틸 셀룰로오스 또는 히드록시 에틸메틸 셀룰로오스와 같은 수용성 셀룰로오스 에테르를 포함한다. 이러한 바인더는 미국특허 제4,255,164호(Butkze et al.)에 보고되어 있다.

연마 복합체는 임의적으로 가소제를 포함할 수 있다. 일반적으로, 가소제의 첨가는 연마 복합체의 침식성을 증가시키고 전체 바인더 조성물을 연화시킬 것이다. 몇몇 예에서, 가소제는 바인더 전구체의 희석제로서 작용한다. 가소제는 바람직하게는 바인더와 상용성이어서 상분리를 최소화 한다. 적절한 가소제의 예는 폴리에틸렌 글리콜, 폴리염화비닐, 디부틸 프탈레이트, 알킬 벤질 프탈레이트, 폴리비닐 아세테이트, 폴리비닐 알코올, 셀룰로오스 에스테르, 실리콘 오일, 아디페이트 및 세바케이트 에스테르, 폴리올, 폴리올 유도체, t-부틸페닐 디페닐 포스페이트, 트리크레실 포스페이트, 피마자유, 또는 이들의 조합을 포함한다. 프탈레이트 유도체는 바람직한 가소제의 일 유형이다.

이중 결합으로 불포화된 단량체 및 올리고머를 함유하는 바인더 전구체의 경우에, 중합 개시제가 사용될 수 있다. 예는 유기 과산화물, 아조 화합물, 퀴논, 이질산 화합물, 아실 할라이드, 히드라조, 메르캅토 화합물, 피릴륨 화합물, 이마다졸, 플로로트리아진, 벤조인, 벤조인 알킬 에테르, 디케톤, 페논 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 상업적으로 구입가능한 적절한 자외선 활성화 광개시제는 Ciba Geigy Company로부터 상업적으로 구입 가능한 "IRGACURE 651" 및 "IRGACURE 184" 및 Merck로부터 상업적으로 구입 가능한 "DAROCUR 1173"과 같은 상표명을 가진다. 또 다른 가시광 활성화 광개시제는 Ciba Geigy Company로부터 상업적으로 구입 가능한 "IRGACURE 369"의 상표명을 가진다. 적절한 가시광 활성화 개시제의 예는 미국특허 제4,735,632호에 보고되어 있다.

적절한 개시제 시스템은 감광제를 포함할 수 있다. 대표적인 감광제는 카르보닐기 또는 3차 아미노기 또는 이들의 혼합물을 가질 수 있다. 카르보닐기를 가지는 바람직한 감광제는 벤조페논, 아세토펜, 벤질, 벤조일데히드, o-클로로벤조일데히드, 크산톤, 티오크산톤, 9,10-안트라퀴논 또는 기타 방향족 케톤이다. 3차 아민을 가지는 바람직한 감광제는 메틸디에탄올아민, 에틸디에탄올아민, 트리에탄올아민, 페닐메틸에탄올아민 또는 디메틸아미노에틸벤조에이트이다. 상업적으로 구입가능한 감광제는 Biddle Sawyer Corp.로부터의 "QUANTICURE 1TX", "QUANTICURE QTX", "QUANTICURE PTX", "QUANTICURE EPD"를 포함한다.

일반적으로, 감광제 또는 광개시제 시스템의 양은 바인더 전구체의 구성성분의 약 0.01 내지 10중량%, 더욱 바람직하게는 0.25 내지 4.0중량% 일 수 있다.

또한, 연마 입자 및/또는 충전제 입자와 같은 임의의 입자상 물질의 첨가 전에 개시제를 바인더 전구체 내에 분산(바람직하게는 균일하게)시키는 것이 바람직하다.

일반적으로, 바인더 전구체가 조사 에너지(바람직하게는 자외선 또는 가시광)에 노출되어 바인더 전구체를 경화 또는 중합시키는 것이 바람직하다. 몇몇 예에서, 일정한 연마 입자 및/또는 일정한 첨가제는 자외선 및 가시광을 흡수할 것이고, 이는 바인더 전구체의 적절한 경화를 방해할 수 있다. 이것은 예를 들면, 산화 세를 연마 입자에서 발생한다. 포스페이트를 함유하는 광개시제, 특히 아실포스핀 옥시드를 함유하는 광개시제를 사용하는 것은 이러한 문제를 최소화할 수 있다. 이러한 아실포스페이트 옥시드의 예로는 BASF Corporation으로부터 "LR8893"의 상표로 상업적으로 구입가능한 2,4,6-트리메틸벤조일디페닐포스핀 옥시드가 있다. 기타 상업적으로 구입 가능한 아실포스핀 옥시드는 Merck의 "DAROCUR 4263" 및 "DAROCUR 4265"가 있다.

바인더가 예폭시 또는 비닐 에테르를 기재로 하는 것일 경우에 양이온성 개시제가 중합을 개시하기 위하여 사용될 수 있다. 양이온성 개시제의 예는 이온 아렌 시스템과 같은 유기 금속 염뿐만 아니라 아릴술포늄 염과 같은 오늄 양이온의 염도 포함한다. 기타 예가 미국특허 제4,751,138호(Tumey et al.), 동 제5,256,170호(Harmer et al.), 동 제4,985,340호(Palazotto) 및 동 제4,950,696호에 보고되어 있다.

이중-경화 및 혼성-경화 광개시제 시스템이 또한 사용될 수 있다. 이중-경화 광개시제 시스템에서, 경화 또는 중합은 2개의 상이한 단계에서 동일하거나 또는 상이한 반응 메커니즘을 거쳐서 발생한다. 혼성-경화 광개시제 시스템에서, 2 개의 경화 메커니즘이 자외선/가시광 또는 e-빔 조사에 노출시 동시에 발생한다.

연마 복합체는 연마 입자 표면 변형 첨가제, 부동화제, 수용성 첨가제, 감(感)수제, 결합제, 충전제, 확장제, 섬유, 정전기방지제, 반응성 회석제, 개시제, 현탁화제, 윤활제, 습윤제, 표면활성제, 안료, 염료, 지외선 안저화제, 복합체화제, 사슬전달제, 가속제, 촉매 또는 활성화제와 같은 기타 첨가제를 포함할 수 있다. 이들 첨가제의 양은 원하는 성질을 제공하도록 선택된다.

물 및/또는 유기 용매가 연마 복합체에 포함될 수 있다. 물 및/또는 유기 용매의 양은 바인더 전구체 및 연마 입자의 의도하는 코팅 점성도를 얻도록 선택된다. 일반적으로, 물 및/또는 유기 용매는 바인더 전구체와 상용성 이어야 한다. 물 및/또는 용매는 이어지는 전구체의 중합에서 제거되거나 또는 연마 복합체에 잔류할 수 있다.

이중 결합으로 불포화된 회석제 또는 단량체의 예는 미국특허 제5,236,472호(Kirk et al.)에서 참조할 수 있다. 몇몇 예에서, 이들 이중 결합으로 불포화된 회석제는 물과 상용 가능한 경합 때문에 유용하다. 부가적인 반응성 회석제가 미국특허 제5,178,646호(Barber et al.)에 개시되어 있다.

#### <연마 복합체 구성>

많은 상이한 형태의 3-차원 텍스처된 연마 용품이 존재한다. 대표적인 형태의 예가 도 4, 5, 6 및 7에 개략적으로 예시되어 있다.

바람직한 연마 복합체는 규칙적으로 성형되거나(상기 발명의 요약에서 정의된 바와 같이) 또는 불규칙적으로 성형되는데, 규칙적으로 성형된 복합체가 바람직하다.

개개의 연마 복합체 형태는 임의의 다양한 기하학적 고체의 형태를 가질 수 있다. 통상적으로 발침과 접촉하는 형태의 기재는 복합체의 말단부보다 큰 표면적을 가진다. 복합체의 형태는 입방체, 원통, 프리즘형, 직사각형, 피라미드, 절두된 피라미드, 원뿔, 반구, 절두된 원뿔, 십자형, 말단부를 가진 기둥, 모양의 횡단면과 같은 다수의 기하학적 고체 중에서 선택될 수 있다. 복합체 피라미드는 4, 5 또는 6면을 가질 수 있다. 연마 복합체는 상이한 형태의 혼합물일 수도 있다. 연마 복합체는 입렬, 소용돌이형, 나선형 또는 격자형으로 배열되거나 또는 임의로 거칠 수 있다.

연마 복합체를 형성하는 면은 발침에대하여 수직, 경사 또는 말단부를 향할 수록 감소된 폭을 가지도록 뿔퍼진(tapered) 것일 수 있다. 면이 뿔퍼진 것일 경우, 주형 또는 제조 기구의 캐비티(cavity)로부터 연마 복합체를 회수하는 것이 용이하다. 태퍼 각은 약 1 내지 75도, 바람직하게는 약 2 내지 50도, 더욱 바람직하게는 약 3 내지 35도 및 가장 바람직하게는 약 5 내지 15도의 범위일 수 있다. 이것은 복합체가 마모될 때 일관된 공형 접촉 면을 초래하기 때문에 더 작은 각이 바람직하다. 따라서, 일반적으로, 태퍼 각은 주형 또는 제조 기구로부터 연마 복합체의 회수를 용이하게 하기에 충분한 정도로 크고 균일한 횡단면을 형성하기에 충분한 정도로 작은 각 사이에서 조정된다. 제조시 간단하지 않은 성형 방법이 요구되지만, 발침에서 보다 말단부에서 큰 횡단면을 가지는 연마 복합체가 사용될 수도 있다.

각각의 연마 복합체의 높이는 바람직하게는 동일하지만, 단일한 연마 용품 내에 상이한 높이의 복합체를 가지는 것도 가능하다. 발침 또는 복합체 사이의 바닥에 대한 복합체의 높이는 약 2,000 마이크로미터 미만일 수 있고 더욱 구체적으로는 약 25 내지 200 마이크로미터 범위일 수 있다.

연마 복합체의 바닥은 각각 서로 접하거나 또는 교대로 인접할 수 있고, 인접한 연마 복합체의 바닥은 일정한 간격에 의하여 서로 분리될 수 있다. 몇몇 실시태양에서, 인접한 연마 복합체 사이의 물리적 접촉은 각각 접촉하는 복합체의 수직 높이의 33% 이하를 수반한다. 더욱 바람직하게는, 인접한 복합체 사이의 물리적인 접촉의 정도는 각각 접촉하는 복합체의 수직 높이의 1 내지 25% 범위에 있다. 이러한 인접한 접점의 정도는 또한 인접한 복합체가 공통의 연마 복합체 바닥을 공유하는 배열 또는 복합체의 대향면 사이에 접촉 및 연장되는 브리지-유사 구조를 포함한다. 바람직하게는, 바닥 구조는 각각 인접 복합체의 수직 높이 크기의 33% 이하의 높이를 가진다. 연마 복합체 바닥은 연마 복합체를 형성하기 위하여 사용된 동일한 슬러리로부터 형성된다. 복합체는 복합체의 중심사이의 가상적인 직선상에 위치하는 중간 복합체가 없다는 의미에서 "인접한" 것이다. 연마 복합체의 적어도 일부분이 서로 분리되어 있어서 복합체의 용기된 부분 사이에 합월된 영역을 제공하는 것이 바람직하다.

연마 복합체의 직선 간격은 직선거리 1 cm 당 약 1개 내지 약 100개의 연마 복합체가 존재하는 범위일 수 있다. 직선 간격은 복합체의 조밀도가 한 부분에서 다른 한 부분 보다 크도록 변화될 수 있다. 예를들면, 조밀도는 연마 용품의 중심에서 가장 클 수 있다. 복합체의 면적 밀도는 약 1 내지 10,000 복합체/cm<sup>2</sup>의 범위이다.

연마 코팅이 발침의 표면 영역을 전혀 덮고 있지 않은, 발침이 노출된 영역을 가지는 것도 바람직하다. 이러한 형태의 배열이 미국특허 제5,014,468호(Ravipati et al.)에 더 기재되어 있다.

연마 복합체는 바람직하게는 발침에 미리 정해진 패턴 또는 위치에 형성된다. 예를 들면, 발침 및 내부에 캐비티를 가지는 제조기구 사이에 슬러리를 제공함에 의하여 제조된 연마 용품에서, 미리 정해진 복합체의 패턴은 제조 기구의 캐비티의 패턴과 상응할 것이다. 따라서 패턴은 여러 연마 용품에 재현될 수 있다.

미리 정해진 패턴에 관한 일 실시태양에서, 연마 복합체는 배열 또는 정렬 형태이고 이에 의하여 복합체가 정렬된 열 또는 행 또는 교대로 존재하는 열 및 행과같은 규칙적인 배열로 존재하는 것을 의미한다. 원한다면, 연마 복합체의 하나의 열은 연마 복합체의 제2열의 앞에 직접 정렬될 수 있다. 바람직하게는 연마 복합체의 하나의 열은 연마 복합체의 제2열로부터 파생된 것일 수 있다.

또 다른 실시태양에서, 연마 복합체는 임의의 열 또는 패턴으로 형성될 수 있다. 이에 의하여, 복합체는 상기에 기재된 바와 같은 규칙적인 열 또는 행의 배열로 존재하지 않음을 의미한다. 예를 들면, 연마 복합체는 1995년 3월 23일 간행된 WO PCT 95/07797(Hoopman et al.) 및 1995년 8월 24일 간행된 WO PCT 95/22436에 기재된 바와 같은 방식으로 제조될 수 있다. 그러나, 이러한 "임의의" 배열은 연마 용품 상의 복합체의 위치가 미리 정해지고 연마 용품을 제조하기 위하여 사용된 제조 도구내의 캐비티의 위치에

상용한다는 점에서 미리 정해진 것이다.

3-차원의 텍스처된 연마 용품은 또한 다양한 연마 코팅 조성을 가질 수 있다. 예를 들면, 연마 원판의 중심은 연마 원판의 외곽부와 상이한(예를 들면, 더 부드럽고, 더 강하고 또는 다소 침식성인) 연마 코팅을 함유할 수 있다.

도 4의 연마 용품 40은 받침 42에 고정되거나 결합된 피라미드형 연마 복합체 41을 가진다. 인접한 복합체 사이에 홈 또는 골 43이 존재한다. 또한 피라미드형 연마 복합체의 제2열은 제1열로부터 파생된다. 피라미드형 연마 복합체의 최외각 점 또는 말단부는 프로세싱 도중에 웨이퍼 표면과 접촉한다.

도 5의 연마 용품 50은 불규칙적인 형태의 피라미드형 연마 복합체이다. 이러한 특정한 예시에서, 연마 복합체는 피라미드형 형태를 가진다. 피라미드를 한정하는 경계는 불규칙적인 형태이다. 불완전한 형태는 바인더 전구체의 상당한 경화 또는 고화 이전의 슬러리의 유동 및 초기 형태의 왜곡의 결과일 수 있다. 불규칙적인 형태는 비-직선, 갈꿈하지 않음, 비재현성, 부정확하고 불완전한 평면 또는 형태 경계에 의하여 특징지어진다.

도 6의 연마 용품 60은 절두된 피라미드형 연마 복합체 61을 가진다.

도 7의 연마 용품 70은 "십자"형 형태 71 및 "x"형 형태 72 연마 복합체 양자를 가진다. 연마 복합체는 열(row)의 패턴으로 생성되었다. 다양한 열내의 연마 복합체는 서로간으로부터 파생되고 인접 열내의 연마 복합체와 직접적으로 정렬되지 않는다. 나아가, 연마 복합체의 열은 간격 또는 골에 의하여 분리되어 있다. 골 또는 간격은 단지 매우 작은 양(높이로 측정시)의 연마 복합체만을 함유하거나 또는 연마 복합체를 함유하지 않을 수 있다. 연마 복합체의 또 다른 정렬 및 구성은 각각의 교대되는 열이 십자형 형태 또는 "x"형 형태를 가지는 복합체중의 하나를 포함하는 점을 제외하고는 도 6에 유사하다. 이러한 배열에서, 홀수 열로부터의 연마 복합체는 여전히 짝수 열로부터의 연마 복합체로부터 파생된다. 상기 기재된 십자형 또는 "x"-형 복합체에서, 십자 또는 x형을 형성하는 하나의 선의 길이가 약 750 마이크로미터이고 폭이 약 50 마이크로미터인 것이 바람직하다.

규칙적으로 성형된 연마 복합체를 가지는 연마 용품을 제조하는 바람직한 방법이 미국특허 제5,152,917호(Pieper et al) 및 동 제5,435,816호(Spurgeon et al)에 기재되어 있다. 기타 적절한 방법의 기재가 미국특허 제5,437,754(Calhoun), 동 제5,454,844호(Hibbard et al), 및 동 제5,304,223호(Pieper et al)에 보고되어 있다. 제조는 바람직하게는 연마 용품내의 임의의 오염을 최소화하기 위하여 청결한 환경(예를 들면, 클래스 100, 클래스 1,000 또는 클래스 10,000 청결실)에서 수행된다.

적절한 방법은 연마 입자, 바인더 전구체 및 임의적인 첨가제를 포함하는 슬러리의 제조하는 것, 정편을 가지는 제조 도구의 제공하는 것, 다수의 캐비티를 가지는 제조 도구의 캐비티 내에 슬러리를 도입하는 것, 제조 도구의 표면에 덮혀진 슬러리에 발침을 도입하는 것, 제조 도구의 캐비티로부터 이탈되어 연마 복합체를 형성하기 전에 바인더 전구체를 적어도 부분적으로 경화하거나 또는 절화하는 것을 포함한다.

슬러리는 바인더 전구체, 연마 입자 및 임의적인 첨가제를 임의의 적절한 혼합 기술에 의하여 서로 배합하는 것에 의하여 제조된다. 혼합 방법은 낮은 전단 혼합 및 높은 전단혼합을 포함하는 데, 높은 전단혼합이 바람직하다. 초음파 에너지가 슬러리의 점성도(연마 용품의 제조에 있어서 점성도는 매우 중요함)를 감소시키고/또는 생성되는 연마 슬러리의 유동학 특성에 영향을 주기 위하여 혼합 단계와 조합되어 사용될 수도 있다. 또 다른 한편으로, 슬러리는 30 내지 70°C의 범위로 가열될 수도 있고, 슬러리를 혼합하기 위하여 미세 유체화 또는 볼 밀링될 수 있다.

통상적으로, 연마 입자는 점진적으로 바인더 전구체에 첨가된다. 슬러리가 바인더 전구체, 연마 입자 및 임의적인 첨가제의 균일한 혼합물인 것이 바람직하다. 필요하다면, 물 및/용매가 점성도를 낮추기 위하여 첨가될 수 있다. 공기 방울의 형성은 혼합 단계 도중 또는 후에 진공을 가하여 최소화할 수 있다.

코팅 스테이션(station)은 드롭 다이 코우터, 나이프 코우터, 커튼 코우터, 진공 다이 코우터 또는 다이 코우터와 같은 임의의 통상적인 코팅 수단일 수 있다. 바람직한 코팅 기술은 미국특허 제3,594,865호, 동 제4,959,265호(Wood) 및 동 제5,077,870호(Millage)에 보고된 진공 유체 베어링 다이이다. 몇몇의 경우에 있어서 슬러리가 제조 도구 내에 코팅될 때 슬러리 내로 공기가 혼입되는 것이 바람직할 수 있지만, 코팅 도중에, 공기 방울의 형성은 바람직하게는 최소화된다. 포획된 공기는 연마 코팅 내의 공극과 같은 세공성을 초래하고 연마 복합체의 침식성을 증가시킬 수 있다. 또한, 기체는 혼합 또는 코팅 도중에 슬러리내로 주입될 수 있다.

제조 도구가 코팅된 후에, 슬러리가 발침의 표면을 습윤시키도록 임의의 방법에 의하여 발침 및 슬러리가 접촉될 수 있다. 슬러리는 생성된 구조에 힘을 가하는 접촉 nip 롤(nip roll)에 의하여 발침과 접촉되어 진다. nip 롤은 임의의 물질로 제조될 수 있으나, 바람직하게는 금속, 금속 합금, 고무 또는 세라믹과 같은 구조 물질로 제조된다. nip 롤의 경도는 약 30 내지 120 듀로미터(durometer)의 범위, 바람직하게는 약 60 내지 100 듀로미터의 범위, 및 더욱 바람직하게는 약 90 듀로미터일 수 있다.

다음으로, 에너지는 에너지원에 의하여 일부 이상의 바인더 전구체를 경화하기 위하여 슬러리내로 투과된다. 에너지원의 선택은 바인더 전구체의 화학, 제조 도구의 형태 및 기타 가공 조건에 부분적으로 의존할 것이다. 에너지원은 제조 도구 또는 발침을 감지할 수 있을 정도로 손상시키지는 않아야 한다. 바인더 전구체의 부분적 경화는 슬러리가 유동하지 않는 상태로 바인더 전구체가 중합된 것을 의미한다. 필요하다면, 바인더 전구체는 중래의 에너지 원을 이용하여 제조 도구로부터 회수된 후에 완전히 경화될 수 있다.

바인더 전구체의 적어도 부분적인 경화 후에, 제조 도구 및 연마 용품이 분리된다. 바인더 전구체가 완전히 경화되지 않은 경우, 바인더 전구체는 이어서 부가적인 시간 및/또는 에너지원에의 노출에 의하여 완전히 경화될 수 있다. 최종적으로, 제조 도구는 다시 사용할 수 있도록 심봉(mandrel)에 되감겨지고 연마 용품은 제2 심봉에 감겨진다.



이러한 제1 방법에 대한 또 다른 변형에서, 슬러리는 받침 위에 코팅되고 제조 도구의 캐비티 내에 코팅되지 않는다. 받침에 코팅된 슬러리는 이어서 슬러리가 제조 도구의 캐비티 내로 유동하도록 제조 도구와 접촉되어진다. 연마 용품을 제조하기 위한 이후의 단계는 상기에 기재된 바와 동일하다.

바인더 전구체는 조사 에너지에 의하여 경화되는 것이 바람직하다. 조사 에너지는 받침 또는 제조 도구를 통하여 투과될 수 있다. 받침 또는 제조 도구는 감지할 수 있는 정도로 조사에너지를 흡수하지는 않아야 한다. 또한 조사 에너지원은 받침 또는 제조 도구를 감지할 수 있는 정도로 손상시키지는 않아야 한다. 예를 들면, 자외선은 폴리에스테르 받침을 통하여 투과될 수 있다. 또 다른 한편으로, 제조 도구가 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리카르보네이트 폴리(에테르 술폰), 폴리(에틸 메타크릴레이트), 폴리우레탄, 폴리염화비닐, 또는 이들의 조합과 같은 일정한 열가소성 물질로부터 제조되는 경우, 자외선 또는 가시광이 제조 도구를 통하여 슬러리내로 투과될 수 있다. 열가소성 기재 제조 도구의 경우, 연마 도구를 제조하는 작업 조건은 과도한 열이 발생하지 않도록 조정되어야 한다. 과도한 열이 발생하는 경우, 이것은 열경화성 도구를 왜곡 또는 용융시킬 수 있다.

에너지원은 열 에너지 또는 전자 빔, 자외선 또는 가시광과 같은 조사에너지원일 수 있다. 요구되는 에너지의 양은 바인더 전구체 내의 반응성기의 화학적 성질 및 바인더 슬러리의 두께 및 밀도에 따라 다르다. 열에너지의 경우, 약 50 내지 약 250°C의 온도에서 약 15 분 내지 약 16시간 거치시키면 일반적으로 충분하다. 전자 빔 또는 이온화 조사는 약 0.1 내지 약 10 Mrad, 바람직하게는 약 1 내지 약 10 Mrad의 에너지 수준에서 사용될 수 있다. 자외선 조사는 약 200 내지 약 400 나노미터, 바람직하게는 약 250 내지 400 나노미터의 범위 내의 파장을 가지는 조사를 포함한다. 가시광 조사는 약 400 내지 약 800 나노미터, 바람직하게는 약 400 내지 약 550 나노미터 범위의 파장을 가지는 조사를 포함한다.

생성되는 교체화 슬러리 또는 연마 복합체는 제조 도구와 역상인 패턴을 가질 것이다. 제조 도구상에서의 적어도 부분적인 경화 또는 교체화에 의하여 연마 복합체는 규칙적으로 미리 정해진 패턴을 가진다.

제조 도구는 다수의 캐비티 또는 함몰부분을 함유하는 정면 표면을 가진다. 이들 캐비티는 본질적으로 연마 복합체와 역상인 형태를 가지고 연마 복합체의 형태의 생성 및 거치를 담당한다.

이들 캐비티는 연마 복합체에 역상인 형태인 기하학적 형태를 가질 수 있다. 캐비티의 크기는 원하는 수의 연마 복합체/제품 센티미터를 얻도록 선택된다. 캐비티는 함몰 부분이 캐비티의 틀내에 형성된 제조 도구의 공통된 평탄한 주 표면내로 도입된 부분에서 인접한 캐비티들이 서로 접하는 점-형태의 패턴 내에 존재할 수 있다.

제조 도구는 벨트, 시트, 연속된 시트 또는 웹, 윤전 그라비어(rotogravure) 로울과 같은 코팅 로울, 코팅 로울상에 장착된 슬리브(sleeve), 또는 다이의 형태일 수 있다. 제조 도구는 금속(예를 들면, 니켈), 금속 합금, 또는 플라스틱으로 제조될 수 있다. 제조 도구는 석판술, 널링(knurling), 조각, 호빙(hobbing), 전기성형법, 또는 다이아몬드 선삭(diamond turning)을 포함하는 종래의 기술에 의하여 제조된다. 예를 들면, 구리 도구는 다이아몬드 선삭될 수 있고 이어서 니켈 금속 도구가 구리도구에 전기도금될 수 있다. 제조 도구의 제조는 미국특허 제5,152,917호(Pieper et al), 동 제5,489,235호(Bagliardi et al), 동 제5,454,844호(Hibbard et al), 동 제5,435,816호(Spurgeon et al), PCT WO 95/07797(Hoopman et al), 및 PCT WO 95/22436호(Hoopman et al)에 보고되어 있다.

열가소성 도구는 금속 마스터(master) 도구로 복제할 수 있다. 마스터 도구는 제조 도구에 대하여 원하는 패턴의 역상 패턴을 가질 것이다. 마스터 도구는 바람직하게는 니켈-도금 알루미늄, 구리 또는 철동과 같은 금속으로 제조된다. 열가소성 시트 물질은 임의적으로 마스터 도구와 함께 가열되어 함께 압착하여 마스터 도구 패턴으로 엠보싱될 수 있다. 열가소성 물질은 사출되거나 또는 마스터 도구 상에 주형되고 이어서 압착될 수도 있다. 열가소성 물질은 비유동성 상태로 냉각되고 이어서 마스터 도구에서 분리되어 제조 도구를 생성할 수 있다.

적절한 열 가소성 제조 도구가 미국특허 제5,435,816호(Spurgeon et al)에 보고되어 있다. 제조 도구를 형성하는데 유용한 열가소성 물질의 예는 폴리에스테르, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리이미드, 폴리우레탄, 폴리카르보네이트, 또는 이들의 조합을 포함한다. 열가소성 제조 도구는 산화방지제 및/또는 자외선 안정화제와 같은 첨가제를 함유하는 것이 바람직하다. 이들 첨가제는 제조 도구의 사용 수명을 연장시킨다. 제조 도구는 또한 제조 도구로부터 연마 용품이 용이하게 분리되도록 릴리즈(release) 코팅을 함유할 수도 있다. 이러한 릴리즈 코팅은 실리콘 및 플루오로화합물을 포함한다.

불규칙하게 성형된 연마 복합체를 가지는 연마 복합체를 제조하는 수 많은 방법이 존재한다. 불규칙하게 성형될 수도 불규칙하고, 이들 연마 복합체는 복합체의 위치가 미리 정해진다는 점에서 미리 정해진 패턴으로 제조될 수 있다. 일 방법에서, 슬러리는 제조 도구의 캐비티내로 코팅되어 연마 복합체를 형성한다. 제조 도구는 규칙적을 성형된 복합체의 경우에 상기에 기재된 바와 동일한 제조 도구일 수 있다. 그러나, 슬러리는 바인더 전구체가 경화되거나 또는 현재까지 교체되어 제조 도구로부터 회수시 그의 형상을 실질적으로 유지하기 전에 제품 도구로부터 회수된다. 이어서 바인더 전구체가 경화 또는 고화된다. 바인더 전구체는 제품 도구의 캐비티내에 존재하는 동안에는 경화되지 않기 때문에, 이것은 통상적으로 슬러리 유동 및 연마 복합체 형태의 왜곡을 초래한다.

이러한 형태의 연마 용품 제조 방법이 미국특허 제4,773,920호(Chasman et al) 및 동 제5,014,468호(Ravipati et al)에 보고되어 있다.

이러한 방법의 일 변형에서, 슬러리는 받침 위에 코팅될 수 있다. 받침은 이어서 제조 도구의 캐비티가 슬러리로 채워지도록 제조 도구와 접촉된다. 연마 용품을 제조하기 위한 이어지는 단계는 상기에 기재된 바와 동일하다. 연마 용품이 제조된 후, 그것은 고정되고/또는 변환전에 흡윤될 수 있다.

불규칙하게 성형된 복합체를 제조하는 또 다른 방법에서, 슬러리는 윤전 그라비어 로울의 표면 위에 코팅될 수 있다. 받침이 윤전 그라비어 로울과 접촉되고 슬러리가 받침을 흡윤시킨다. 이어서 윤전 그라비어 로울은 슬러리에 패턴 또는 텍스처를 부가한다. 다음으로, 슬러리/받침 조합은 윤전 그라비어 로울로부터 제거되고 생성된 구조가 바인더 전구체를 교체화하는 조건에 노출되어 연마 복합체가 형성된다. 이러한

공정의 변형은 받침 위에 슬러리를 코팅하고 받침을 운전그라비어 로울과 접촉시킨다.

운전그라비어 로울은 구, 피라미드, 절두된 피라미드, 원뿔, 입방체, 블록 또는 기둥의 절두체와 같은 원하는 패턴을 부여할 수 있다. 패턴은 6각형 배열, 용기 또는 격자일 수도 있다. 프리즘과 같은 기하학적 형태로 제조된 용기일 수도 있다. 운전그라비어 로울은 인접한 연마 복합체 사이에 바닥 영역이 존재하는 패턴을 부여할 수도 있다. 이러한 바닥 영역은 연마 입자 및 바인더의 혼합물을 포함한다. 또 다른 한편으로, 운전그라비어 로울은 받침이 인접한 연마 복합체 형태 사이에 노출되도록 패턴을 부여할 수 있다. 유사하게, 운전그라비어 로울은 연마 복합체 형태의 혼합물이 존재하는 패턴을 부여할 수 있다.

또 다른 방법은 스크린을 통하여 슬러리를 분무 또는 코팅하여 패턴 및 연마 복합체를 생성시키는 것이다. 이어서 바인더 전구체는 경화 또는 고체화되어 연마 복합체를 형성한다. 스크린은 구, 피라미드, 절두된 피라미드, 원뿔, 입방체, 블록 또는 말뚝의 절두체와 같은 임의의 원하는 패턴을 부여할 수 있다. 패턴은 6각형 배열, 용기 또는 격자일 수도 있다. 프리즘형 같은 기하학적 형태로 만들어진 용기를 가지는 것도 가능하다. 스크린은 인접한 연마 복합체 사이에 바닥이 존재하도록 패턴을 부여할 수도 있다. 이러한 바닥 영역은 연마 입자 및 바인더의 혼합물을 포함할 수 있다. 또 다른 한편으로, 스크린은 받침이 인접하는 연마 복합체 사이에 노출되도록 패턴을 부여할 수 있다. 유사하게 스크린은 연마 복합체 형태의 혼합물이 존재하도록 패턴을 부여할 수 있다. 이러한 공정은 미국특허 제3,605,349호 (Anthon)에 보고되어 있다.

또 다른 3-차원의 텍스처된 연마 용품 제조 방법은 엠보싱된 받침을 사용한다. 간단히, 엠보싱된 받침은 슬러리로 코팅된다. 슬러리는 엠보싱된 받침의 윤곽을 따라 텍스처된 코팅을 제공한다. 슬러리는 로울 코팅, 분무, 다이 코팅, 또는 니이프 코팅과 같은 임의의 적절한 기술에 의하여 엠보싱된 받침위에 적용될 수 있다. 슬러리가 엠보싱된 받침위에 적용된 후에, 생성되는 구조는 적절한 에너지원에 노출되어 연마 복합체를 형성하기 위한 경화 또는 중합 공정이 개시된다. 엠보싱된 받침 상의 연마 복합체의 예는 미국특허 제5,015,266호(Yamamoto et al)에 보고되어 있다.

엠보싱된 받침을 이용하여 연마 용품을 제조하는 또 다른 방법은 미국특허 제5,219,462호(Bruxvoort)에 보고되어 있다. 슬러리는 엠보싱된 받침의 한쪽면에 코팅된다. 슬러리는 연마 입자, 바인더 전구체 및 확장제를 함유한다. 생성되는 구조는 확장제가 슬러리를 받침의 정면 표면위로 확장되도록 하는 조건에 노출된다. 다음에, 바인더 전구체가 고체화되어 연마 복합체를 형성한다.

이러한 엠보싱된 받침 방법의 변형은 연마 코팅이 받침의 정면 표면에 결합된 개구된 받침을 사용한다. 이러한 개구된 받침은 받침의 두께를 통하여 연장된 미리 정해진 일련의 개구 또는 캐비티를 가질 것이다. 슬러리는 받침위에 코팅된다(예를 들면, 니이프 코팅). 이러한 슬러리-충진 캐비티는 본래부터 텍스처된 연마 코팅을 생성한다. 연마 용품이 적절한 운반체에 의하여 유지되는 경우 경화 단계 이후에 개구된 받침은 임의적으로 제거될 수 있다.

연마 용품을 제조하는 또 다른 방법은 열가소성 바인더를 사용한다. 용품은 받침이 존재 또는 부재한 채 제조될 수 있다. 통상적으로, 열가소성 바인더, 연마 입자 및 임의의 임의적인 첨가제가 종래의 기술에 따라 혼합되어 혼합물을 생성하고 혼합물이 사출기로 공급되고, 임의적으로 혼합물을 펄스 또는 스탠드(stand)를 형성한다. 이어서 연마 용품이 종래의 다양한 방법 중의 하나에 따라 형성된다.

예를 들면, 연마 용품은 본질적으로 연마 용품 표면의 원하는 패턴과 역상이 패턴을 가지는 주형을 사용하는 혼합물의 주입 또는 압축 성형에 의하여 형성될 수 있다. 혼합물은 또한 용융된 슬러리를 형성하는 시점까지 가열되고, 이어서 주형에 공급되고 냉각될 수 있다. 또 다른 한편으로, 바인더가 유동할 때까지 가열하고 이어서 연마 입자 및 임의의 첨가제를 첨가하여 용융 슬러리를 형성하고 이어서 용융 슬러리를 종래의 방법을 사용하여 연마 복합체로 변환시키는 것이 또한 가능하다.

## 실시예

### 시험 공정 1

다수의 연마 용품이 웨이퍼 표면으로부터 금속을 제거하는 능력을 시험 공정 1로 측정하였다. 이 시험 공정은 웨이퍼 표면을 가공하는 것을 모의 시험하였다. 이 시험 공정의 웨이퍼 표면은 구리 또는 알루미늄(10,000 옴스트롬 두께 층) 표면을 가진 산화 규소 기재 웨이퍼였다.

100mm의 직경 및 약 0.5 mm의 두께를 가지는 단일 결정 실리콘 기재 유닛으로부터 제조된 금속 코팅 웨이퍼를 Wafernet(San Jose, CA) 또는 Valley Microelectronics(San Jose, CA)로부터 구입하였다. 금속층을 퇴적시키기 전에, 열처리 산화물(thermal oxid, 즉 가열 성장시킨 산화 규소)을 실리콘 웨이퍼 표면 위에 성장시켰다. 이 층은 대략 5,000 옴스트롬 두께이었다. 몇몇 예에서, 티탄 또는 질화 티탄 접착/차폐층을 금속 퇴적 전에 열 산화물 층위에 퇴적시켰다. 임의의 티탄의 두께는 약 50 및 500 옴스트롬사이이고, 임의의 질화 티탄의 두께는 약 100 내지 3,000 옴스트롬사이 이었다. 구리 또는 알루미늄의 균일층을 이어서 물리적 증기 증착(PVD)을 이용하여 실리콘 기재 위에 퇴적시켰다. 금속층의 두께는 4점 프로브(4 point probe)를 사용하여 측정하였다.

시험 기계는 도 3에 묘사된 장치와 유사한 변형된 Starsbaugh Lapping Machine, Model 6Y-10이었다. 웨이퍼 작업조각(workpiece)를 Rodol of Newark(DE)사의 상표 "DE200"의 발포체 받침위에 거치시키고, 로딩 폼을 스프링이 장착된 플라스틱 유지 고리내에 거치시켰다. 실시예의 연마 용품을 Starsbaugh의 플래튼에 고정된 "PCF20" 지지 패드에 정착시켰다.

웨이퍼를 지지하고 있는 운반체 헤드를 연마 용품과 접촉시키고 이어서 웨이퍼를 약 100 rpm 및 연마 용품을 약 67 rpm으로 회전시켰다. 웨이퍼 및 연마 용품은 시계방향으로 회전하였다. 회전 이외에, 연마 용품의 가장자리로부터 13 mm 위치에서 시작되는 원호(arc, 대략 9초 주기를 가진 31mm)위를 이동하였다. 연마 용품 및 운반체 헤드는 다른 한정이 없으면 약 350 Kpa(50 파운드)의 하중 하에서 서로 접촉시켰다. 과산화 수소 용액(탈염수 내의 15중량% 과산화수소)을 웨이퍼 및 연마 경계면에 약 80 ml/분의 유동속도로 주입하였다. 연마 용품을 1 분(60초) 주기동안에 웨이퍼를 폴리싱하기 위하여 사용하였다. 폴리싱

주기 이후에, 웨이퍼를 홀더에서 회수하여 탈염수로 세척하고 건조하였다.

금속 제거 속도를 금속 필름 두께의 변화를 측정하여 계산하였다. 초기(즉, 폴리싱 전) 및 최종(즉, 폴리싱 이후) 측정은 동일한 4점 프로브를 사용하여 동일한 위치에서 수행하였다. 2 및 4 측정치 사이의 평균하여 제거 속도를 1분 당 용스트롬 단위(A/min)로 측정하였다.

금속화 웨이퍼를 실시예 1 내지 9의 연마 용품으로 폴리싱하기 전에, 열 성장 산화 실리콘의 연속층을 가진 웨이퍼를 우선 실재 금속 코팅된 웨이퍼의 시험전 1 내지 4 분 동안에 폴리싱하였다. 탈염수 또는 과산화 수소를 작업 유체로서 사용하였다. 산화 실리콘 웨이퍼를 금속 코팅된 시험 웨이퍼에 사용되었던 유사한 조건하에서 수행하였다.

표 1의 지정이 기구 1-14의 기재에 사용되었다.

[표 1a]

## 물질 지정

지정	물질
EAA	정면 표면에 에틸렌 아크릴산 공중합체 전처리제를 함유하는 76 마이크로미터 두께(3 mil thick) 폴리에스테르 필름
PVDC	정면 표면에 폴리비닐리덴 클로라이드 전처리제를 함유하는 100 마이크로미터 두께(3.95 mil thick) 폴리에스테르 필름
SR256	Sartomer Co., Inc.로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "SARTOMER SR256"의 2-(2-에톡시에톡시)에틸 아크릴레이트
SR339	Sartomer Co., Inc.로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "SARTOMER SR339"의 2-페녹시 에틸 아크릴레이트
SR351	Sartomer Co., Inc.로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "SARTOMER SR351"의 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트(TMPTA)
SR492	Sartomer Co., Inc.로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "SARTOMER SR492"의 프로필화 TMPTA
CO501	Sartomer Co., Inc.로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "CO501"의 프로필화 TMPTA
CN980	Sartomer Co., Inc.로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "CN980"의 2-페녹시 에틸 아크릴레이트와 혼합된 지방족 우레탄 아크릴레이트
LR8893	BASF(Charlotte, NC)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "LUCIRIN LR8893"의 2,4,6-트리 에틸벤조일-디페닐-포스핀 옥시드 액체 광개시제
FP4	ICI America Inc.(Wilmington, DE)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "HYPERMER PS4" 및 "HYPERMER FP4"의 분산제
D111	Byk Chemie(Wallingford, CT)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "DISPERBYK111"의 분산제
CEO	Rhone Poulenc(Shelton, CT)로부터 상업적으로 구입 가능한 상표명 "Polishing Opaline"의 약 0.5 마이크로미터의 평균 입도를 가진 산화 세를 연마 입자

[표 1b]

지정	물질
ALT	Huber Engineered Minerals(Norcross, GA)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "MICRAL 932"의 약 20마이크로미터의 평균 입도의 알루미나 3수화물 입자
ALA	Praxair Surface Technologies(Indianapolis, IN)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "A"의 약 0.30마이크로미터 평균입도의 용진된 알파 알루미나 입자
AAF	Praxair Surface Technologies로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "A-AF"의 약 0.30마이크로미터 평균입도의 알파 알루미나 입자
A174	OSI Specialties, Inc.(Danbury, CT)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "A-174"의 3-메타크릴옥시프로필트리에톡시실란 결합제
SR9003	Sartomer의 프로폭살화 네오펜틸 글리콜 디아크릴레이트
TRS2039	Ferro Corporation(Penn Yan, NY)으로부터 입수한 약 0.20미크론의 평균 입도를 가지는 주로 알파 알루미나인 입자
F1	ICI Corporation(Wilmington, DE)로부터 입수한 617 Primed PET 필름

OA	Aldrich Chemical Company(Milwaukee, WI)로부터 "올레산 기술적 등급 90X"로 구입한 올레산
B-CEA	Rhone-Poulenc(Cranbury, NJ)로부터 상업적으로 구입가능한 상표명 "Sipomer B-CEA"의 베타 카르복시에틸 아크릴레이트
BTA	Aldrich Chemical Company(Milwaukee, WI)로부터 상업적으로 구입가능한 1-H-벤조트리아졸

용품 1을 18.75 그램의 SR492, 56.25 그램의 SR256, 1.5 그램의 D111 및 2.4 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, 4 시간동안 500 °C에서 가열된 ALT 100 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 EAA 위에 코팅하였다.

용품 2를 56.27 그램의 SR492, 168.75 그램의 SR256, 15.01 그램의 D111 및 7.21 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, ALA 300 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 EAA 위에 코팅하였다.

용품 3을 18.75 그램의 SR351, 56.25 그램의 SR256, 5.83 그램의 FP4 및 2.49 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, CEO 400.58 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 EAA 위에 코팅하였다.

용품 4를 18.75 그램의 SR351, 56.25 그램의 SR256, 3.26 그램의 D111 및 2.40 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, AAF 131.01 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 EAA 위에 코팅하였다.

용품 5를 18.76 그램의 SR351, 56.28 그램의 SR256, 8.0 그램의 D111 및 2.40 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, 400 °C에서 4 시간 동안 가열된 ALT 160 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 EAA 위에 코팅하였다.

용품 1-5를 시험 공정 1에 따라서 시험하였다. 용품 1에 대하여, 10 개의 상이한 금속 시험 웨이퍼(1-1 내지 1-10으로 지정)를 동일한 연마 용품으로 폴리싱하고, 열 산화를 웨이퍼를 제1 금속 시험 웨이퍼 이전 2 분동안 폴리싱하며, 이어서 각각의 연속적인 금속 시험 웨이퍼 사이에 열 산화를 웨이퍼를 4 분간 폴리싱하였다. 용품 2에 대하여, 열 산화를 웨이퍼를 금속 시험 웨이퍼 이전 2 분 동안 폴리싱하였다. 용품 3에 대하여, 열 산화를 웨이퍼, 금속 웨이퍼 및 제2 열 산화를 웨이퍼를 금속 시험 웨이퍼 이전 1 분동안에 폴리싱하였다. 용품 4 및 5에 대하여, 열 산화를 금속 시험 웨이퍼 이전 1 분동안에 폴리싱하였다. 용품 4에 대하여, 제2 열 산화를 웨이퍼 및 금속 시험 웨이퍼를 1 분 동안 폴리싱하였다. 용품 3에 대하여, 연마 용품은 약 80 rpm으로 회전시켰다. 하기 표 2는 웨이퍼 상의 금속층의 형태, 운반체 헤드 및 연마 용품 사이의 하중 및 금속 제거 속도를 기록 하고 있다.

[표 2]

용품	금속	하중(KPa(lb))	제거 속도(Å/min)
1-1	Al	300(43)	11283
1-2	Al	300(43)	9000
1-3	Al	300(43)	9429
1-4	Al	300(43)	6863
1-5	Al	300(43)	8138
1-6	Al	300(43)	9903
1-7	Al	300(43)	7464
1-8	Al	300(43)	7682
1-9	Al	300(43)	7074
1-10	Al	300(43)	8642
2	Al	300(43)	6492
3	Cu	350(50)	2247
4	Cu	350(50)	2013
5	Cu	350(50)	359

용품 1(#5) 및 용품3으로 처리된 시험 웨이퍼 및 용품 4로 처리된 제2 금속 시험 웨이퍼의 표면 마감처리를 WYCO Corp.(Phoenix, AZ)로부터 상표명 WYCO RST PLUS로 상업적으로 구입가능한 광 간섭계를 사용하여 측정하였다. 굴 범위에 대한 피크(Rt) 측정치는 각각 962 Å, 204 Å 및 210 Å 이었다.

용품 6을 7.50 그램의 CN980, 45.00 그램의 SR256, 3.75 그램의 SR339, 18.75 그램의 SR351, 7.01 그램의 FP4 및 2.40 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, CEO 467.30 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마

슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 PVDC 위에 코팅하였다.

용품 7을 7.50 그램의 CN980, 48.75 그램의 SR256, 18.75 그램의 SR351, 5.31 그램의 D111 및 2.40 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, AAF 151.60 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 PVDC 위에 코팅하였다.

용품 6 및 7을 시험 공정 1에 따라서 구리상에서 시험하였다. 실시예 6 및 7 모두에서, 열 산화를 웨이퍼를 금속 시험 웨이퍼 이전에 1 분 동안에 폴리싱하였다. 다중 시험 웨이퍼를 2개의 데이터 점을 계산하고 각각의 수형을 평균하면서 각각의 실시예의 용품(즉, 동일한 연마 용품을 여러번 사용)으로 시험하였다. 하기 표 3은 다양한 수형에 대한 금속 제거 속도를 기록하고 있다.

[표 3]

용품	제거 속도 (Å/min)
6	2872
6	3004
6	2559
6	2308
6	2307
7	2146
7	685
7	1306

용품 8을 37.51 그램의 CD501, 112.51 그램의 SR256, 16.53 그램의 D111 및 4.80 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, AAF 400.00 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 PVDC 위에 코팅하였다.

용품 9를 15.02 그램의 CN980, 97.20 그램의 SR256, 37.50 그램의 SR351, 14.08 그램의 FP4 및 4.80 그램의 LR8893을 순서대로 조합하여 1 분 동안 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안, CEO 938 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 약 10 동안에 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 PVDC 위에 코팅하였다.

용품 8 및 9의 연마 용품을 시험 공정 1에 따라서 구리에 대하여 시험하였다(단, 다양한 작업 유체를 사용). 모든 수형에서, 열 산화를 웨이퍼를 금속 시험 웨이퍼 이전에 작업 유체로서 탈염수를 사용하여 1 분 동안 폴리싱하였다. H<sub>2</sub>O를 사용하는 용품 9(질산 용액이 시험된 동일한 패드를 사용하여 시험됨)의 경우를 제외하고는 모두 새로운 연마 용품이 각각의 시험에 사용되었다. 하기 표 4는 다양한 수형에 사용된 작업 유체 및 금속 제거 속도를 기록하고 있다.

다양한 작업 유체 용액이 하기와 같이 제조하였다: H<sub>2</sub>O 용액은 30중량% 과산화수소를 탈염수 1당량으로 희석하여 제조하였다. NH<sub>4</sub>OH 용액은 30중량%의 수산화 암모늄 10 ml를 충분히 탈염된 물로 전체 부피가 1,000 ml가 되게 조합하여 제조하였다. NH<sub>4</sub>OH/K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 용액은 앞서 기재한 NH<sub>4</sub>OH 용액을 제조하고 이어서 NH<sub>4</sub>OH 용액 990 g를 K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 10g과 조합하고 염이 완전히 용해될 때까지 교반하여 제조하였다. HNO<sub>3</sub> 용액은 70중량% HNO<sub>3</sub> 수용액 10 ml를 충분히 탈염된 물로 전체 부피가 1,000 ml가 되도록 희석하여 제조하였다. HNO<sub>3</sub>/벤조트리아졸 용액은 앞서 기재한 HNO<sub>3</sub>을 제조하고 이어서 상기 용액 999 g를 벤조트리아졸 1 그램과 조합하고 벤조트리아졸이 완전히 용해될 때까지 교반하여 제조하였다.

[표 4]

작업 액체	용품 8 제거 속도 (Å/min)	용품 9 제거 속도 (Å/min)
H <sub>2</sub> O	시험하지 않음	193
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1007	2471
HNO <sub>3</sub>	1598	175
HNO <sub>3</sub> + 벤조트리아졸	569	0
NH <sub>4</sub> OH	1940	1597
NH <sub>4</sub> OH + K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	5475	5713

#### <시험 공정 11>

구리 시험 패턴 웨이퍼를 4 인치 실리콘 웨이퍼의 표면에 열 퇴적 기술을 사용하여 초기에 산화 실리콘 5,000 옹스트롬을 형성하여 제조하였다. 웨이퍼는 일련의 100 마이크로 사각형 형태를 약 5,000 옹스트롬 깊이로 에칭하여 패턴화하였다. 패턴 웨이퍼를 이어서 PVD 티타늄으로 200 옹스트롬 코팅하면 후 약

10,000 용스트롬의 PVD 구리로 코팅하였다.

시험 웨이퍼를 총 7.5 분간 폴리싱하였다. 15% 과산화 수소, 0.425% 인산, 0.2% 벤조트리아졸, 8% 폴리 에틸렌 글리콜(분자량 600)으로 구성된 작업 용액을 폴리싱 도중에 웨이퍼에 적용하였다. 양은 종량백분율로 계산하였다. 웨이퍼의 상당한 면적이 웨이퍼의 표면으로부터 제거된 구리 및 티타늄을 가지고, 예정된 100 마이크론 사각형 형태 이외의 곳에서 산화 실리콘 정지 층을 노출시켰다.

하기의 실시에는 열 산화를 정지층 까지 구리-퇴적 실리콘 웨이퍼를 평탄화하는 것에 대한 고정된 연마 기구의 유용성을 증명한다.

용품 10을 60.01 그램의 SR9003, 90.03 그램의 SR339, 11.12 그램의 D111 및 4.8 그램의 LR8893을 차례로 조합하고 1 분간 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안 TRS2039 370.01 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 대략 10 분간 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 원통 형상내에 캐비티를 함유한 폴리프로필렌 제조 도구 사용하여 연마 기구를 제조하는 일반적인 공정에 따라 F1 상에 코팅하였다. 약 20%의 면적비를 가지는 이 원통 약 175 마이크론의 직경 및 약 2.5 ml의 높이를 가진다.

용품 10을 시험 공정 11에 따라서 시험하고 웨이퍼 상의 100 마이크론 사각형 형태이 프로파일을 측정하여, 제거되어 미산화 실리콘 정지층을 노출시키는 구리를 가지는 표면 위의 영역에서의 디싱(dishing)의 정도를 결정하였다. Tencor P-22 조도계를 사용하여 디싱을 측정하였다. 웨이퍼 상의 6 개의 상이한 장소를 측정하였다. 측정치가 표 5에 기록되어 있다.

[표 5]

장소	디싱(dishing, TIR, Å)
1	2957
2	1174
3	2288
4	3504
5	3271
6	2256

#### <시험 공정 11>

구리 시험 패턴 웨이퍼를 4 인치 실리콘 웨이퍼의 표면상에 열 퇴적 기술을 사용하여 초기에 산화 실리콘 5,000 용스트롬을 형성하여 제조하였다. 웨이퍼는 알련의 100 마이크론 사각형 형태를 약 5,000 용스트롬 깊이로 에칭하여 패턴화하였다. 패턴 웨이퍼를 이어서 PVD 티타늄으로 200 용스트롬 코팅한 후 약 10,000 용스트롬의 PVD 구리로 코팅하였다.

시험 웨이퍼를 총 3.0 분간 폴리싱하였다. 3.3% 과산화 수소, 93.1% H<sub>2</sub>O, 3.0% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPD, 0.5% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>시트레이트 및 0.1% BTA의 용액을 폴리싱 도중에 웨이퍼에 적용하였다. 양은 종량백분율로 계산하였다. 웨이퍼의 상당한 면적이 웨이퍼의 표면으로부터 제거된 구리 및 티타늄을 가지고, 예정된 100 마이크론 사각형 형태 이외의 곳에서 산화 실리콘 정지 층을 노출시켰다.

용품 11을 30.0 그램의 SR9003, 45 그램의 SR339, 6.9 그램의 DISPERBYK 111 및 2.4 그램의 LR8893을 차례로 조합하고 1 분간 높은 전단 믹서기로 혼합하여 제조하였다. 교반하는 동안 TRS2039 370.01 그램을 첨가하고 연마 슬러리를 추가로 대략 10 분간 혼합하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 원통 또는 기둥 형상 내에 캐비티를 함유한 폴리프로필렌 제조 도구 사용하여 연마 기구를 제조하는 일반적인 공정에 따라 F1 상에 코팅하였다. 용품 11은 200  $\mu$ m 기둥을 가지는 제조 도구를 사용하여 제조하였다. 용품 11은 시험 공정 11에 따라서 시험하였고, 제거되어 미산화 실리콘 정지층을 노출시키는 구리를 가지는 표면 상의 영역 내에서 디싱의 정도를 결정하기 위하여 웨이퍼 상의 100 마이크론 사각형 형태의 프로파일을 측정하였다. 디싱을 측정하기 위하여 Tencor P-22 조도계를 사용하였다. 웨이퍼 상의 4개의 상이한 장소에서 측정하였다. 측정치가 표 6에 기록되어 있다.

[표 6]

장소	디싱(dishing, TIR, Å)
1	1990
2	1880
3	1390
4	1080

기타 제조된 연마 용품이 하기에 기재되어 있다:

용품 12를 용품 11에 대하여 기재한 바와 같이 제조하였지만, 960  $\mu$ m의 기둥을 가지는 제조 도구를 사용하였다.

용품 13를 용품 11에 대하여 기재한 바와 같이 제조하였지만, 1,000  $\mu$ m의 기둥을 가지는 제조 도구를 사용하였다. 제조 도구는 하기에 보다 상세히 기재되어 있다.

용품 14를 30.3 그램의 SR90003, 45.0 그램의 SR3392, 1.53 그램의 올레산, 3.56 그램의 B-CEA, 2.4 그램의 LR8893, 및 144.5 그램의 TRS2039를 차례로 조합하여 제조하였다. 연마 슬러리를 이어서 원통 또는

기둥 모양의 캐비티를 함유하는 폴리프로필렌 제조 도구를 사용하여 연마 용품을 제조하는 일반적인 공정에 따라 F1 위에 코팅하였다. 용품 14를 200  $\mu\text{m}$ 의 기둥을 가지는 도구를 사용하여 제조하였다.

용품 15를 용품 14에 대하여 기재한 바와 같이 제조하였지만, 960  $\mu\text{m}$ 의 기둥을 가지는 도구를 사용하여 제조하였다.

용품 15를 용품 14에 대하여 기재한 바와 같이 제조하였지만, 960  $\mu\text{m}$ 의 기둥을 가지는 제조 도구를 사용하여, 통상적으로 반도체 평판화 용으로 적절한 웨이퍼 표면 변형을 위하여 사용되는 연마 용품의 제조 방법은 여과 단계를 포함한다. 연마 슬러리를 제조 도구 내에 코팅하기 전에, 연마 슬러리를 60 또는 80  $\mu\text{m}$  필터로 여과한다.

#### <연마 용품 제조의 일반적인 공정>

용품 1 내지 15의 연마 용품을 하기의 공정에 의하여 제조하였다:

폴리프로필렌 제조 도구를 폴리프로필렌 물질을 인접한 절두된 피라미드의 집합으로 이루어진 주형 표면을 가지는 금속 마스터 도구 상에서 성형하여 제조하였다. 생성된 제조 도구는 절두된 피라미드 형인 캐비티를 함유하였다. 피라미드형 패턴은 그들의 인접한 바닥이 각각 510 마이크로미터(0.020 인치) 이하의 간격으로 서로 떨어져 있다. 개개 절두된 피라미드의 높이는 약 80 마이크로미터이고, 바닥은 각 측면이 약 178 마이크로미터이며 윗면은 각 측면이 약 51 마이크로미터이다.

200 미크론 기둥 패턴은 원통형 기둥의 삼각형 배열이고, 여기에서 기둥은 200 미크론의 직경, 60 미크론의 높이 및 373 미크론의 중심 간 간격을 가진다.

960 미크론 기둥 패턴은 960 미크론의 직경, 75 미크론의 높이 및 1500 미크론의 중심 간 간격을 가지는 원통형 기둥의 삼각형 배열이다.

1,000 미크론 기둥 패턴은 사각형 기둥의 삼각형 배열이다. 기둥은 각 측면이 1,000 미크론이고, 100 미크론의 높이 및 3,400 미크론의 중심 간 간격을 가진다. 사각형은 모두 동일한 배향을 가지고 삼각형 배열 내에서 점들을 연결하는 직선 중 하나에 한 측면이 평행하도록 배향되어 있다.

1 cm 당 약 50 개의 선이 그려지는 복합체 배열이 존재하였다. 제조 도구는 마스크 형태 감압 점착 테이프를 사용하여 금속 운반체에 고정시켰다. 각각의 실시예에 기재된 성분들로 이루어진 연마 슬러리를 균일하게 칠 때까지 높은 전단 믹서기를 사용하여 혼합하였다. 연마 슬러리를 이어서 통상적으로 60 내지 80  $\mu\text{m}$  필터로 여과하였다. 이 연마 슬러리를 이어서 스퀴지(squeegee)를 사용하여 제조 도구의 캐비티 내에 코팅하고 전처리된 폴리에스테르 필름 받침을 제조 도구의 캐비티 내에 함유된 연마 슬러리와 접촉시켰다. 용품을 이어서 Chem Instrument로부터 상업적으로 구입 가능한 Model #001998의 벤치 탑 래보라토리 라미네이터(bench top laboratory laminator)를 통과시켰다. 용품을 약 280 내지 560 Pa(40 내지 80 psi) 사이의 압력 및 대략 2 내지 7의 속력에서 두 개의 고무 롤러 사이에서 연속적으로 공급하였다. 수정 판을 용품위에 거치하였다. 받침 및 연마 슬러리를 함께 모두가 약 157.5 와트/cm(400 와트/인치)에서 작동된, American Ultraviolet Company로부터 상업적으로 구입 가능한 두 개의 마이언 도프 램프 또는 Fusion System, Inc.로부터 상업적으로 구입 가능한 두 개의 자외선(UV) 전구 하에서 도구를 통과시켜서 용품을 경화시켰다. 조사는 필름 받침을 통하여 투과된다. 속도는 약 10.2 내지 13.7 미터/분(15-45 피트/분) 사이였고 표면을 2 회까지 통과시켰다.

시험용 연마 용품을 제조하기 위하여, 연마 용품을 Minnesota Mining and Manufacturing Company(St. Paul, MN)으로 부터 상업적으로 구입가능한 압력 민감성 점착 테이프에 적층시켰다. 이어서, 30.5 cm(12 인치) 폭을 가지는 원형 표면을 시험을 위하여 다이에서 적출하였다.

평판화 공정이 종료된 후에, 가공된 웨이퍼는 통상적으로 본 기술분야에 공지된 방법을 사용하여 세척하였다. 일반적으로, 세척 매질은 웨이퍼 표면에 실질적인 손상을 입히지 않으면서 부스러기를 제거할 수 있도록 선택된다. 적절한 세척 매질의 예는 수돗물, 증류수, 탈염수, 유기 용매들을 포함한다. 이들은 단독으로 사용되거나 또는 서로 조합되어 사용될 수 있다. 원한다면, 그들은 세척 공정을 돕기 위하여 세제 또는 기타 첨가제를 포함할 수도 있다.

통상적으로, 본원 발명의 연마 용품은 하나 이상의 반도체 웨이퍼를 평판화 하기 위하여 사용된다. 연마 기구가 두 연속적인 평판화 단계 사이에 조건화되거나 손질될 수 있는 것도 본원 발명의 범위 내이다. 조건화 단계는 "마모된 연마 입자" 및/또는 임의의 의도하지 않은 퇴적을 또는 부스러기를 제거할 수 있고 이에 의하여 평판화된 표면의 품질뿐만 아니라 연마 용품의 절삭력도 강화된다. 이러한 경우에, 연마 용품의 표면은 연마 표면을 다이아몬드 조건화 도구, 브러시, 결합된 연마제, 코팅된 연마제, 금속 막대, 워터 젯들을 포함하는 공지된 종래의 기술에 따라서 조건화된다. 기타 기술은 레이저 또는 코로나 에너지(예를 들면, Sherman Treaters, Ltd.(United Kingdom)으로부터 입수 가능한 Sherman corona treating unit를 사용)에 노출시키는 것을 포함한다. 조건화 단계에 수반되는 시간 및 비용 때문에 이 조건화 단계가 항상 바람직한 것은 아니다. 두 연속적인 평판화 단계 사이에서 연마 용품을 손질하거나 조건화하지 않는 것은 본원 발명의 범위 내이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

- 적어도 예칭되어 패턴을 형성하는 표면을 갖는 제1 물질 및 적어도 제1 물질의 표면 위에 배치된 제2 물질을 포함하는 웨이퍼를 제공하는 단계,
- 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하는, 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체에 웨이퍼의 제2 물질을 접촉시키는 단계, 및
- 제2 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉되어 있는 동안에 웨이퍼의 노출된 표면이 평탄해지고 1 이상의 노출된 제1 물질 영역 및 노출된 제2 물질 영역을 포함할 때까지 웨이퍼를 상대적으로 운동시키는 단계를



포함하는

반도체 소자 제조에 적합한 웨이퍼의 표면 변형 방법.

#### 청구항 2

- a) 에칭되어 패턴을 형성하는 표면을 갖는 1종 이상의 유전체 물질 및 상기 1종 이상의 유전체 물질의 표면 위에 배치된 전도성 물질을 적어도 포함하는 웨이퍼를 제공하는 단계,
- b) 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하는, 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체에 웨이퍼의 전도성 물질을 접촉시키는 단계, 및
- c) 전도성 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉되어 있는 동안에 웨이퍼의 노출된 표면이 평탄해지고 1 이상의 노출된 유전체 물질 영역 및 1 이상의 노출된 전도성 물질 영역을 포함할 때까지 웨이퍼를 상대적으로 운동시키는 단계를 포함하는

반도체 소자 제조에 적합한 웨이퍼의 표면 변형 방법.

#### 청구항 3

- a) 에칭되어 패턴을 형성하는 표면을 가지며 1 이상의 중간체층으로 덮혀진 1종 이상의 유전체 물질 및 상기 중간체층을 덮는 전도성 물질을 포함하는 웨이퍼를 제공하는 단계,
- b) 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하는, 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체에 웨이퍼의 전도성 물질을 접촉시키는 단계 및
- c) 전도성 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉되어 있는 동안에 웨이퍼의 노출된 표면이 1 이상의 노출된 전도성 물질 영역 및 1 이상의 노출된 유전체 물질 영역을 포함할 때까지 웨이퍼를 상대적으로 운동시키는 단계를 포함하는

반도체 소자 제조에 적합한 웨이퍼의 표면 변형 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 중간체 물질이 집착/차폐층인 방법.

#### 청구항 5

- a) 적어도 제1 물질 및 제2 물질을 포함하며, 상기 제1 물질 및 제2 물질이 각각 표면을 가지고, 이 물질을 중 1 이상이 적어도 제1 물질 및 제2 물질 위에 배치된 외부 물질과 패턴을 형성하기 위하여 에칭되는 표면을 가지는 것인 웨이퍼를 제공하는 단계,
- b) 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하는, 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체에 웨이퍼의 외부 물질을 접촉시키는 단계, 및
- c) 외부 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉되어 있는 동안에 웨이퍼의 노출된 표면이 평탄해지고 노출된 외부 물질 1 영역 및 1 이상의 노출된 제1 물질 영역 및 노출된 제2 물질 1 영역을 포함할 때까지 웨이퍼를 상대적으로 운동시키는 단계를 포함하는

반도체 소자 제조에 적합한 웨이퍼의 노출된 주된 표면의 변형 방법.

#### 청구항 6

제1항, 제2항, 제3항 또는 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 작업 액체의 존재하에 웨이퍼 및 연마 용품을 접촉시키는 것을 더 포함하는 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 작업 액체가 수성 용액을 포함하는 것인 방법.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 작업 액체가 킬레이트화제, 산화제, 이온성 완충액, 부동화제 또는 이들의 조합을 포함하는 것인 방법.

#### 청구항 9

제1항, 제2항, 제3항 또는 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 단계 c)의 노출된 웨이퍼 표면이 4,000 옴스트를 미만의 Rt 치를 가지는 것인 방법.

#### 청구항 10

제1항, 제2항, 제3항 또는 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 다수의 연마 복합체가 규칙적으로 성형된 것인 방법.

#### 청구항 11

제1항, 제2항, 제3항 또는 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 연마 용품이 서브패드에 부착된 것인 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 서브패드가 폴리카르보네이트 시이트 및 폴리우레탄 발포체의 적층물인 방법.

**청구항 13**

제1항, 제2항, 제3항 또는 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 제2물질, 외부 물질 또는 전도성 물질이 금, 은, 알루미늄, 텅스텐, 구리 또는 이들의 합금인 방법.

**청구항 14**

제1항, 제2항, 제3항 또는 제5항 중 어느 한 항의 방법에 의하여 제조된 반도체 제조에 적합한 웨이퍼.

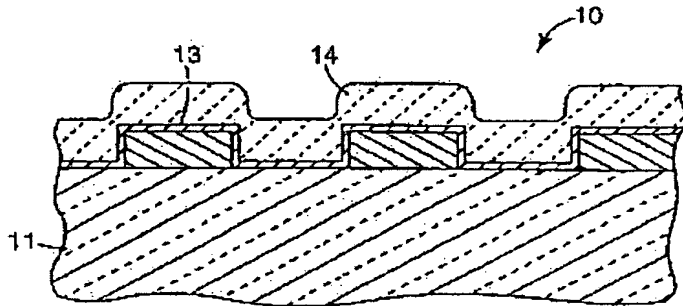
**청구항 15**

- a) 예정되어 패턴이 형성된 표면을 가지며 1 이상의 중간체층이 덮혀진 1종 이상의 유전체 물질 및 상기 중간체층을 덮는 전도성 물질을 포함하는 웨이퍼를 제공하는 단계,
- b) 바인더 내에 고정되어 분산된 다수의 연마 입자를 포함하는, 연마 용품에 고정된 다수의 3-차원 연마 복합체에 웨이퍼의 전도성 물질을 접촉시키는 단계, 및
- c) 전도성 물질이 다수의 연마 복합체와 접촉하는 동안, 웨이퍼의 노출된 표면이 1 이상의 노출된 전도성 물질 영역 및 1 이상의 노출된 중간체층 영역을 포함할 때까지 웨이퍼를 상대적으로 운동시키는 단계를 포함하는

반도체 소자의 제조에 적합한 웨이퍼의 표면 변형 방법.

**도면**

**도면1**



**도면2**

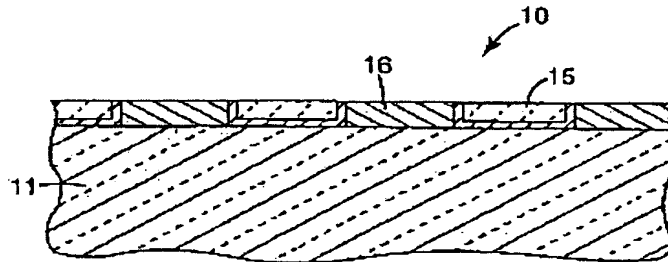


FIG 3

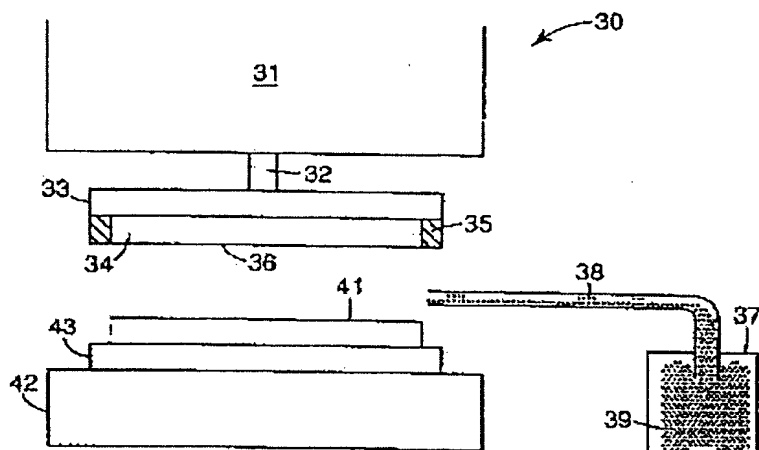


FIG 4

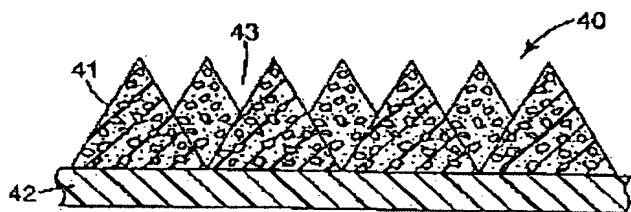


FIG 5

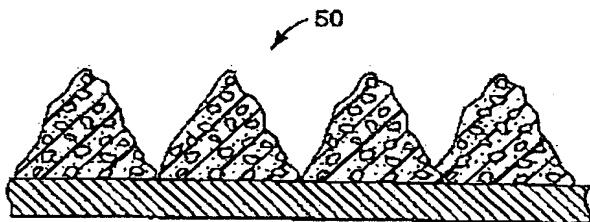
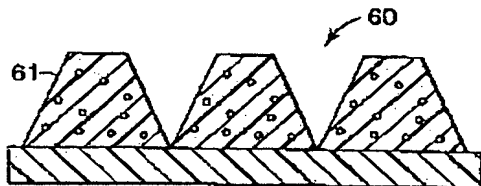
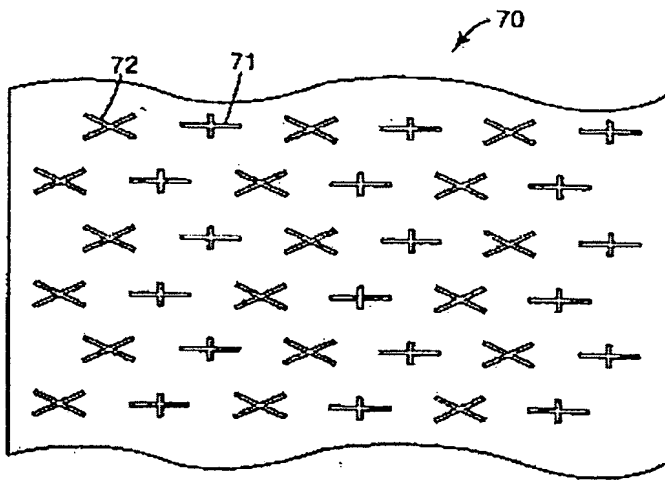


FIG 6



도 97



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**